



**Escola Politècnica Superior
d'Enginyeria de Vilanova i la Geltrú**

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

TREBALL FINAL DE GRAU

TÍTOL: EQUIPAMENT DE GIMNÀS UNIFICAT

AUTORS: FERNANDEZ LOPEZ, DAVID; EL AISSATI TAADOU, ELIAS

DATA: Gener, 2020

COGNOMS: FERNANDEZ LÓPEZ

NOM: DAVID

TITULACIÓ: ENGINYERIA MECÀNICA

PLA: 2009

DIRECTOR: JUAN JOSEP ALIAU PONS

DEPARTAMENT: EXPRESSIÓ GRÀFICA

COGNOMS: EL AISSATI TAADOU

NOM: ELIAS

TITULACIÓ: ENGINYERIA MECÀNICA

PLA: 2009

DIRECTOR: JUAN JOSEP ALIAU PONS

DEPARTAMENT: EXPRESSIÓ GRÀFICA

QUALIFICACIÓ DEL TFG

TRIBUNAL

PRESIDENT

SECRETARI

VOCAL

DATA DE LECTURA:

Aquest Projecte té en compte aspectes mediambientals: ☐ Sí ☐ No

RESUM

El següent projecte consisteix en la unificació d'equipaments de gimnàs, on una sola màquina serà capaç d'oferir a l'usuari diversos tipus d'exercici sense la necessitat de canviar d'aparell.

Aquest projecte en concret consisteix en un mateix equip de musculació on es pugui desenvolupar els següents exercicis específics:

- Entrenament de pit (x3)
- Entrenament d'espatlla (x3)
- Entrenament d'esquena (x7)
- Entrenament de bíceps
- Entrenament de tríceps (x2)
- Entrenament de quàdriceps
- Entrenament de bíceps femoral
- Entrenament de glutis (x4)
- Entrenament d'abdominals (x2)
- Entrenament de bessons
- Entrenament d'abductor
- Entrenament d'avantbraç i canell
- Entrenament del tibial anterior

I altres exercicis multi musculars, com ara:

- Entrenament de dominades
- Entrenament de press de cames

Amb aquest àbac d'exercicis, el que volem obtenir, ja que l'adquisició d'una màquina de gimnàs requereix d'un poder adquisitiu bastant elevat és:

- Reduir l'espai destinat a l'activitat física pròpia d'un gimnàs, ja que en unificar una gran quantitat d'exercicis en una sola màquina, es redueix la necessitat d'adquirir altres màquines per cadascun dels exercicis que es vulguin realitzar.
- D'altra banda, un altre punt a tenir en compte, que està directament relacionat amb l'aspecte esmentat anteriorment, és la reducció de la inversió econòmica.

La finalitat d'aquest projecte és dissenyar un prototipus funcional del producte, el qual pugui ser validat per una posterior redisseny final i comercialització en series més grans.

Paraules clau (màxim 10):

Gimnàs	Unificació	Màquina	Entrenament
Musculació	Activitat física	Exercici	Prototip funcional

ABSTRACT

The next project is about the gymnastics equipments unification through the development of a single machine which can offer to the users different exercises without the need to change from one machine to another.

According to this project the user will be able to do the next exercises with a single weight training machine:

- Chest training (x3)
- Shoulders training (x3)
- Back training (x7)
- Biceps training
- Triceps training (x2)
- Quads training
- Hamstrings training
- Glute training (x4)
- Abs training (x2)
- Soleus training
- Abductors training
- Forearm and wrist training
- Tibialis training

And also other multi-muscle exercises such us:

- Pull and chin up training
- Leg press training

What we want to obtain with all of these exercises, because of the fact that buying a gym machine is an expensive choice, is:

- Reducing the space used to do the physical activity typical of a fitness center, because when we unificate this wide range of exercises in a single machine, owners don't need to buy the rest of complementary equipment.
- Reducing the economical inversion, which is a point directly related with the first aim.

This project purpose is design a functional prototype of the product, which can be validated for a subsequent final redesign and being marketed in larger series.

Keywords (10 maximum):

Fitness center	Unification	Machine	Training
Weight training	Physical activity	Exercise	Functional prototype

APORTACIÓ INDIVIDUAL AL GRUP

Malgrat que el projecte ha estat realitzat conjuntament pels dos integrants del grup, cal aclarir que les tasques s'han repartit de la manera més equitativa possible i segons el coneixement individual de cadascun del membres. No obstant, el fet de treballar en equip ha estat una experiència molt enriquidora perquè tant l'un com l'altre hem pogut aprendre del nostre company.

D'una banda, en David, pel fet dels seus coneixements adquirits al grau de Disseny Industrial i Desenvolupament del Producte, s'ha encarregat dels plànols i la part gràfica com poden ser els renderitzats.

D'altra banda, l'Elias, gràcies a l'experiència adoptada a treballs relacionats amb el sector metal·lúrgic, a fet més èmfasi a la realització de simulacions, l'estudi d'elecció dels materials i elements normalitzats o de mercat i a la redacció de la memòria.

Per últim, cal remarcar que hi ha tasques que s'han realitzat de manera conjunta com són la primera fase de *brainstorming* i esbossos fins arribar al model definitiu, la recerca d'informació, catàlegs i datasheets per a la correcta realització del projecte, el modelat 3D de les diferents peces al programa *SolidWorks* i la realització de la maqueta.

SUMARI

1. INTRODUCCIÓ	11
1.1. Elecció del tema	11
1.2. Prefaci	11
1.3. Objectius	12
2. Treball de Camp	13
2.1. Estat de l'art	13
2.2. QFD	19
2.3. Benchmarking	20
2.4. Conclusions inicials	22
3. Disseny del Prototipus	24
3.1. Disseny Estructural	24
3.2. Disseny del sistema mecànic	32
3.3. Elements comercials	38
4. Funcionament de la EquipGym	40
4.1. Poka-Yoke	40
4.2. Exercicis	41
5. Càlculs justificatius	71
5.1. Simulacions de càlculs finits	72
5.2. Estudis de seguretat	77
6. Plec de Condicions	79
6.1. Característiques dels materials que intervenen	79
6.2. Tècniques d'execució/producció	85
6.3. Controls de qualitat a realitzar	101
6.4. Ergonomia	102
6.5. Condicions Generals	102
6.6. Normativa UNE i lleis que regulen els equips	103
7. Maqueta	105
8. Pressupost	107
8.1. Cost d'enginyeria	107
8.2. Compra de materials	108
8.3. Costos de producció	109
9. CONCLUSIONS	110
10. AGRAÏMENTS	110
11. BIBLIOGRAFIA	111

SUMARI DE FIGURES

FIGURA 1. MAQUINA ABDOMINAL	13
FIGURA 2. BANC D'EXERCICIS	14
FIGURA 3. DORSALERA	14
FIGURA 4. MÀQUINA D'ESPATLLA	15
FIGURA 5. BÍCEPS FEMORAL	15
FIGURA 6. MÀQUINA DE LUMBAR	16
FIGURA 7. PRESS CAMES	16
FIGURA 8. PRESS BANCA	17
FIGURA 9. PRESS MILITAR	17
FIGURA 10. QUÀDRICEPS	18
FIGURA 11. TRÍCEPS	18
FIGURA 12. HOIST MI5	20
FIGURA 13. HOIST MI6	21
FIGURA 14. HOIST MI7-SMITH	21
FIGURA 15. TAULA COMPARATIVA EXERCICIS SUPERIORS	22
FIGURA 16. TAULA COMPARATIVA EXERCICIS ZONA TRONCAL	22
FIGURA 17. TAULA COMPARATIVA EXERCICIS INFERIORS	23
FIGURA 18. EQUIPGYM VERSIÓ 1	24
FIGURA 19. EQUIPGYM VERSIÓ 2	25
FIGURA 20. EQUIPGYM VERSIÓ 3	26
FIGURA 21. EQUIPGYM VERSIÓ 4	27
FIGURA 22. EQUIPGYM VERSIÓ 5	28
FIGURA 23. EQUIPGYM VERSIÓ 6	29
FIGURA 24. EQUIPGYM VERSIÓ 7	30
FIGURA 25. EQUIPGYM VERSIÓ FINAL	31
FIGURA 26. SISTEMA DE POLITGES VISTA ISOMÈTRICA, AMB POSICIONADOR I FRONTAL.	32
FIGURA 27. MECANISME POSICIONADOR	33
FIGURA 28. CADIRA VERSIÓ 1	34
FIGURA 29. BANC VERSIÓ 2	34
FIGURA 30. BANC VERSIÓ FINAL	35
FIGURA 31. SISTEMA BÍCEPS FEMORAL I QUÀDRICEPS	36
FIGURA 32. BARRA HORIZONTAL	37
FIGURA 33. TIRADOR DE BARRA	38
FIGURA 34. TIRADOR CONVENCIONAL	38
FIGURA 35. TIRADOR FLEXIBLE	39
FIGURA 36. TURMELLERA	39
FIGURA 37. POLITGES (DE ESQUERRA A DRETA: PETITA, MITJANA I GRAN)	39
FIGURA 38. CAPTURES DE L'APLICACIÓ I GRAVATS A LA MÀQUINA	40
FIGURA 39. CAPTURA DE L'OPCIÓ COMPARTeix I EXEMPLE DE PERFIL DE STRAVA	40
FIGURA 40. EQUIPGYM EN POSICIÓ DE REM	41
FIGURA 41. ROW	41
FIGURA 42. EQUIPGYM EN POSICIÓ <i>BENT OVER REAR DELT RAISE</i>	42
FIGURA 43. <i>BENT OVER REAR DELT RAISE</i>	42
FIGURA 44. EQUIPGYM EN POSICIÓ <i>FRONT RAISE</i>	43
FIGURA 45. <i>FRONT RAISE</i>	43
FIGURA 46. EQUIPGYM EN POSICIÓ <i>LATERAL RAISE</i>	44
FIGURA 47. <i>LATERAL RAISE</i>	44
FIGURA 48. EQUIPGYM EN POSICIÓ <i>REAR DELT PUSH</i>	45
FIGURA 49. <i>REAR DELT PUSH</i>	45
FIGURA 50. EQUIPGYM EN POSICIÓ <i>PULL-UP & CHIN-UP</i>	46
FIGURA 51. <i>PULL-UP & CHIN-UP</i>	46
FIGURA 52. EQUIPGYM EN POSICIÓ <i>UPRIGHT ROW</i>	47
FIGURA 53. <i>UPRIGHT ROW</i>	47
FIGURA 54. EQUIPGYM EN POSICIÓ <i>SHRUGS</i>	48
FIGURA 55. <i>SHRUGS</i>	48
FIGURA 56. EQUIPGYM EN POSICIÓ <i>MILITARY PRESS</i>	49

FIGURA 57. MILITARY PRESS	49
FIGURA 58. EQUIPGYM EN POSICIÓ <i>ONE ARM ROW</i>	50
FIGURA 59. <i>ONE ARM ROW</i>	50
FIGURA 60. EQUIPGYM EN POSICIÓ <i>LAT PULL DOWN</i>	51
FIGURA 61. <i>LAT PULL-DOWN</i>	51
FIGURA 62. EQUIPGYM EN POSICIÓ <i>GLUTE KICKBACK</i>	52
FIGURA 63. <i>GLUTE KICK-BACK</i>	52
FIGURA 64. EQUIPGYM EN POSICIÓ <i>HIP ADDUCTION</i>	53
FIGURA 65. <i>HIP ADDUCTION</i>	53
FIGURA 66. EQUIPGYM EN POSICIÓ <i>PULL-THROUGHTS</i>	54
FIGURA 67. <i>PULL-THROUGH</i>	54
FIGURA 68. EQUIPGYM EN POSICIÓ <i>SQUATS</i>	55
FIGURA 69. <i>SQUATS</i>	55
FIGURA 70. EQUIPGYM EN POSICIÓ <i>LUNGES</i>	56
FIGURA 71. <i>LUNGES</i>	56
FIGURA 72. EQUIPGYM EN POSICIÓ <i>LEG EXTENSIONS</i>	57
FIGURA 73. <i>LEGS EXTENSION</i>	57
FIGURA 74. EQUIPGYM EN POSICIÓ <i>LEG CURL</i>	58
FIGURA 75. <i>LEG CURL</i>	58
FIGURA 76. EQUIPGYM EN POSICIÓ <i>TIBIALIS RAISE</i>	59
FIGURA 77. <i>TIBIALIS RAISE</i>	59
FIGURA 78. EQUIPGYM EN POSICIÓ <i>CALF RAISE</i>	60
FIGURA 79. <i>CALF RAISE</i>	60
FIGURA 80. EQUIPGYM EN POSICIÓ <i>ABDOMINAL CRUNCH</i>	61
FIGURA 81. <i>ABDOMINAL CRUNCH</i>	61
FIGURA 82. EQUIPGYM EN POSICIÓ <i>WOOD-CHOP</i>	62
FIGURA 83. <i>WOOD-CHOP</i>	62
FIGURA 84. EQUIPGYM EN POSICIÓ <i>BICEPS CURL</i>	63
FIGURA 85. <i>BICEPS CURL</i>	63
FIGURA 86. EQUIPGYM EN POSICIÓ <i>TRICEPS PUSHDOWNS</i>	64
FIGURA 87. <i>TRICEPS PUSHDOWNS</i>	64
FIGURA 88. EQUIPGYM EN POSICIÓ <i>TRICEPS EXTENSIONS</i>	65
FIGURA 89. <i>TRÍCEPS EXTENSION</i>	65
FIGURA 90. EQUIPGYM EN POSICIÓ <i>PEC DECK FLYS</i>	66
FIGURA 91. <i>PEC DECK FLYS</i>	66
FIGURA 92. EQUIPGYM EN POSICIÓ <i>HORIZONTAL BENCH PRESS</i>	67
FIGURA 93. <i>HORIZONTAL BENCH PRESS</i>	67
FIGURA 94 EQUIPGYM EN POSICIÓ <i>INCLINE DUMBBELL PRESS</i>	68
FIGURA 95. <i>INCLINE DUMBBELL PRESS</i>	68
FIGURA 96. EQUIPGYM EN POSICIÓ <i>FOREARMS CURLS</i>	69
FIGURA 97. <i>WRIST & FOREARMS CURLS</i>	69
FIGURA 98. EQUIPGYM EN POSICIÓ <i>HORIZONTAL LEG PRESS</i>	70
FIGURA 99. <i>HORIZONTAL LEG PRESS</i>	70
FIGURA 100. TENSIONS DE VON MISSES I DEFORMACIONS UNITÀRIES DE LA BARRA POSICIONADOR ESPATLLER	72
FIGURA 101. TENSIONS DE VON MISSES I DEFORMACIONS UNITÀRIES EN <i>LAT PULL DOWN</i>	73
FIGURA 102. TENSIONS DE VON MISSES I DEFORMACIONS UNITÀRIES EN <i>BENCH PRESS</i>	74
FIGURA 103. TENSIONS DE VON MISSES I DEFORMACIONS UNITÀRIES DE LA BARRA DOMINADES	75
FIGURA 104. TENSIONS DE VON MISSES I DEFORMACIONS UNITÀRIES DEL BANC	76
FIGURA 105. FACTOR DE SEGURETAT BARRA POSICIONADOR ESPATLLER	77
FIGURA 106. FACTOR DE SEGURETAT <i>LAT PULL DOWN</i>	77
FIGURA 107. FACTOR DE SEGURETAT <i>BENCH PRESS</i>	77
FIGURA 108. FACTOR DE SEGURETAT BARRA DOMINADES	78
FIGURA 109. FACTOR DE SEGURETAT BANC	78
FIGURA 110. GRÀFICA LIM ELASTIC – PREU MATERIAL	79
FIGURA 111. GRÀFICA LIM ELASTIC – CO ₂	79
FIGURA 112. GRÀFICA PREU – CO ₂	79

FIGURA 113. CARACTERÍSTIQUES AISI 1020	80
FIGURA 114. TUBS D'ACER AISI 1020	80
FIGURA 115. CARACTERÍSTIQUES AISI 1045.	81
FIGURA 116. TUBS D'ACER AISI 1020	81
FIGURA 117. PROPIETATS DEL NYLON	82
FIGURA 118. PECES DE NYLON	82
FIGURA 119. PROPIETATS POLIURETÀ	83
FIGURA 120. ESCUMA DE POLIURETÀ	83
FIGURA 121. PROPIETATS ABS	84
FIGURA 122. PECES D'ABS	84
FIGURA 123. MÀQUINA TALLADORA PER LÀSER	85
FIGURA 124. MAQUINA FRESADORA CNC	85
FIGURA 125. FRESAT DE ROSCA INTERIOR; FRESAT DE ROSCA EXTERIOR	86
FIGURA 126. MAQUINA TORNEJAT HORIZONTAL	86
FIGURA 127. MAQUINA PLEGADORA DE TUBS	87
FIGURA 128. PROCÉS DE SOLDADURA TIG	88
FIGURA 129. PROCÉS DE SOLDADURA MIG	89
FIGURA 130. FUNCIONAMENT IMPRESSIÓ 3D	90
FIGURA 131. CONJUNT DEL BRAÇ DEL POSICIONADOR	91
FIGURA 132. CONJUNT DEL COS DEL POSICIONADOR	92
FIGURA 133. CONJUNT DEL POSICIONADOR	92
FIGURA 134. CONJUNT DE LA BASE	93
FIGURA 135. CONJUNT DE LES POLITGES DE LES PESES	94
FIGURA 136. CONJUNT DE LES POLITGES SUPERIORS	94
FIGURA 137. CONJUNT DEL CONJUNT PRINCIPAL	95
FIGURA 138. CONJUNT DE LA CORREDISSA INTERIOR	96
FIGURA 139. CONJUNT DE LES COLUMNES-GUIES LATERALS	96
FIGURA 140. CONJUNT DE LA BARRA DOMINADES	97
FIGURA 141. CONJUNT DEL CONJUNT SUPERIOR	97
FIGURA 142. CONJUNT DEL ARMARIET	98
FIGURA 143. CONJUNT DE L'ESPATLLER	98
FIGURA 144. CONJUNT DEL SEIENT	99
FIGURA 145. CONJUNT DEL CONJUNT DELS ISQUIOS	99
FIGURA 146. CONJUNT DEL BANC	100
FIGURA 147. CONJUNT DE L'EQUIPGYM	101
FIGURA 148. AMPLIACIÓ DE LA TAULA D'ALÇADA D'HOMES I DONES ADULTS	102
FIGURA 149. ASSAIG DE LA CÀRREGA INTRÍNSECA	103
FIGURA 150. ASSAIG DE DEFORMACIÓ PERMANENT	104
FIGURA 151. RENDERITZATS DE L'ASSEMBLATGE DE LA MAQUETA	105
FIGURA 152. IMPRESSORA 3D EN PROCÉS I VISUALITZACIÓ DEL PROGRÉS D'IMPRESSIÓ DE LA PEÇA	105
FIGURA 153. TALLADORA LÀSER PREVI FUNCIONAMENT I RESULTAT DE LES PECES OBTINGUDES	106
FIGURA 154. MAQUETA FINAL DES DE DOS PUNTS DE VISTA DIFERENTS	106
FIGURA 155. TAULA RESUM DELS COSTOS D'ENGINYERIA	107
FIGURA 156. TAULA RESUM DELS COSTOS DE LA COMPRA DE MATERIALS	108
FIGURA 157. TAULA RESUM DELS COSTOS DE PRODUCCIÓ	109

GLOSSARI DE SIGNES, SÍMBOLS, ABREVIATURES, ACRÒNIMS I TERMES

Abdominal crunch: de l'anglès, contracció abdominal. Exercici d'abdominals.

ABS: acrònim d'Acrilonitril Butadiè Estirè. Termoplàstic amorf molt resistent als cops i molt utilitzat al sector de l'automoció i altres usos industrials i domèstics.

Bent over rear delt raise: de l'anglès, elevació del deltoide posterior inclinant-se cap a davant. Exercici d'esquena.

Bicep curls: de l'anglès, flexions dels bíceps. Exercici de bíceps.

Calf raise: de l'anglès, elevació de la cuixa. Exercici de bessons.

Chin-up: de l'anglès, barbeta cap amunt. Exercici multi muscular, concretament una variant de l'exercici conegut com a dominades a la qual la subjecció es realitza en supinació, és a dir, amb el palmell de les mans dirigit cap al nostre cos.

EquipGym: nom comercial que rep el nostre disseny d'equipament de gimnàs unificat.

Feedback: de l'anglès, retroalimentació. Sinònim de resposta o reacció.

Focus group: de l'anglès, grup d'enfocament. Mètode o sistema de recollida d'informació necessària per a efectuar una investigació que sol utilitzar-se molt a màrqueting per a fer proves de productes i rebre el feedback d'un grup de persones.

Front raise: de l'anglès, elevació frontal. Exercici d'espatlles.

Glute kickback: de l'anglès, cop de peu de gluti. Exercici de gluti.

Hip adduction: de l'anglès, adducció del maluc. Exercici d'abductors.

Horitzontal bench press: de l'anglès, premsa de banc horitzontal. Exercici de pit.

Horitzontal leg press: de l'anglès, premsa de cames horitzontal. Exercici multi muscular que implica el gluti, quàdriceps, bíceps femoral i bessons.

Incline bench press: de l'anglès, premsa de banc amb inclinació. Exercici de pit amb una inclinació del banc normalment a 30 graus.

Lat pull-down: de l'anglès, estirades cap a baix del dorsal ample. Exercici d'esquena.

Lateral raise: de l'anglès, elevació lateral. Exercici d'espatlles.

Leg curls: de l'anglès, flexions de cames. Exercici de bíceps femoral.

Leg extensions: de l'anglès, extensions de cames. Exercici de quàdriceps.

Lunges: de l'anglès, envestides. Exercici de gluti i quàdriceps.

MIG: acrònim de *Metal Inert Gas*. Soldadura semiautomàtica, automàtica o robotitzada que utilitza un elèctrode consumible i continu que es alimentat a la pistola juntament amb el gas inert que crea l'atmosfera protectora.

Military press: de l'anglès, premsa militar. Exercici d'espatlles i esquena.

One arm row: de l'anglès, rem a una mà. Exercici d'esquena.

Pec deck flys: de l'anglès, vols de pectoral. Exercici de pit.

PU: acrònim de Poliuretà. Resina sintètica que s'obté mitjançant la condensació de polièsters.

Pull-thoughts: de l'anglès, estirades a través. Exercici de gluti.

Pull-up: de l'anglès, aixecar-se. Exercici multi muscular, concretament una variant de l'exercici conegut com a dominades a la qual la subjecció es realitza en pronació, és a dir, amb el palmell de les mans cap a fora.

Rear delt push: de l'anglès, estirada del deltoide posterior. Exercici d'esquena i espatlles.

Row: de l'anglès, rem. Exercici d'esquena que simula l'acció de remar.

Shrungs: de l'anglès, encongiments. Exercici d'esquena i espatlles.

Squats: de l'anglès, esquats o sentadetes. Exercici de gluti.

Tibialis raise: de l'anglès, elevació dels tibials. Exercici de tibials.

TIG: acrònim de *Tungsten Inert Gas*. Soldadura que es caracteritza per l'ús d'un elèctrode permanent de tungstè, aliat de vegades amb tori o zirconi en percentatges no superiors al 2%.

Triceps extensions: de l'anglès, extensions dels tríceps. Exercici de tríceps.

Triceps pushdowns: de l'anglès, estirades cap a baix dels tríceps. Exercici de tríceps.

Upright row: de l'anglès, rem vertical. Exercici d'esquena.

Woodchop: de l'anglès, llenyataire. Exercici d'abdominals.

Wrist & forearms curls: de l'anglès, flexions dels canells i els avantbraços. Exercici del canell i l'avantbraç.

1. INTRODUCCIÓ

1.1. Elecció del tema

Un cop arribat en aquest punt del grau de mecànica, ens sorgeix la necessitat de fer la elecció del tema per al Treball de fi de Grau (TFG), després d'un temps de meditació sobre “*el què, el per a què, el com*” realitzar el treball, i després de descartar un bon grapat d'idees, vàrem arribar a la conclusió de que els dos teníem, entre d'altres, dues aficions en comú i aquestes son l'esport i la mecànica.

D'aquesta manera vam realitzar una petita recerca de com es podia millorar les necessitat de realitzar esport amb l'ús de l'enginyeria, després de varies idees vam concloure amb que la mes indicada per al TFG era la de unificar el màxim d'exercicis de gimnàs en una sola màquina, ja que el contingut total d'aquest projecte es 100% mecànic.

Arribats en aquest punt, ja teníem les idees clares del tipus de projecte que volíem realitzar, per tant vam demanar una cita amb en J.J. Aliau, director d'aquest projecte, per a que ens assessores, critiqués i/o millores la nostra proposta, així doncs un cop realitzada aquesta trobada i definits els objectius del projecte, neix el nom d'aquest com a **Equipament de Gimnàs Unificat** (en endavant **EquipGym**).

1.2. Prefaci

Des de fa molts anys, l'activitat física ha estat present en la nostra vida quotidiana, ja sigui en el treball, en activitats d'oci i/o de competició. Per això neix la necessitat d'entrenar-se, amb mes o menys freqüència depenent de si es realitza per a obtenir un estil de vida saludable o ja sigui destinat per a la competició.

D'aquesta manera també apareix la necessitat de disposar de diferents màquines per a realitzar els diferents exercicis depenent de les parts del cos que es vulguin treballar, i això es tradueix en:

- Alt cost econòmic, ja que actualment en el mercat cada maquina ofereix un reduït número d'exercicis.
- Disposar d'una gran superfície per a realitzar les activitats. Aquest punt esta directament relacionat amb el punt anterior, ja que si volem entrenar el nostre cos al complet, necessitaríem disposar de varies màquines.
- Temps d'espera per a poder utilitzar una màquina per a realitzar un exercici en concret. Aquesta es una situació típica que es sol donar en gimnasos.

En aquest projecte el que es pretén es reduir aquests tres grans aspectes, de manera que s'unificaran els exercicis més utilitzats en gimnasos i a més a més es pretén que el volum d'aquesta màquina unificada, tingui unes mesures aproximades a les del mercat.

1.3. Objectius

L'objectiu principal del següent projecte consisteix en el disseny i estudi d'un prototipus funcional d'una màquina de gimnàs unificada, per tant aquest projecte no contempla a fons aspectes de disseny ni ergonomia.

Com s'ha comentat anteriorment, la idea principal neix de la necessitat d'estalviar tres punts molt importants i que els usuaris que practiquen esport de forma habitual valoren a grans trets. Aquests són:

- **Espai:**

L'espai és un punt fonamental, tant en habitatges com en centres destinats a aquesta practica d'exercici, ja que això permet determinar el volum d'usuaris que poden realitzar aquesta activitat en el mateix moment sense risc de molestar-se.

- **Temps d'espera (en gimnasos):**

Un altre punt a tenir en compte, ja que aquest ens determina de manera semblant al punt anterior el volum o quantitat d'usuaris que poden realitzar el mateix exercici a la vegada. Actualment això no és del tot possible, ja que en els gimnasos es disposa de diferents màquines específiques per a cada exercici. Per tant, si un gimnàs qualsevol només disposés de 3 màquines per a fer el treball de cames, només tres usuaris podrien realitzar aquesta activitat a la vegada i en cas d'aparèixer una quarta persona amb interès de fer ús d'alguna d'aquestes màquines, hauria d'esperar a que com a mínim un dels usuaris en actiu acabés el seu torn.

- **Costos:**

Aquest punt depèn directament dels anteriors, ja que si s'aconsegueix l'aprofitament màxim d'espai i reduir el temps d'espera fàcilment podem reduir tant la inversió en la compra de menys màquines pel mateix número d'exercicis com augmentar el nombre de clients per hora.

2. Treball de Camp

2.1. Estat de l'art

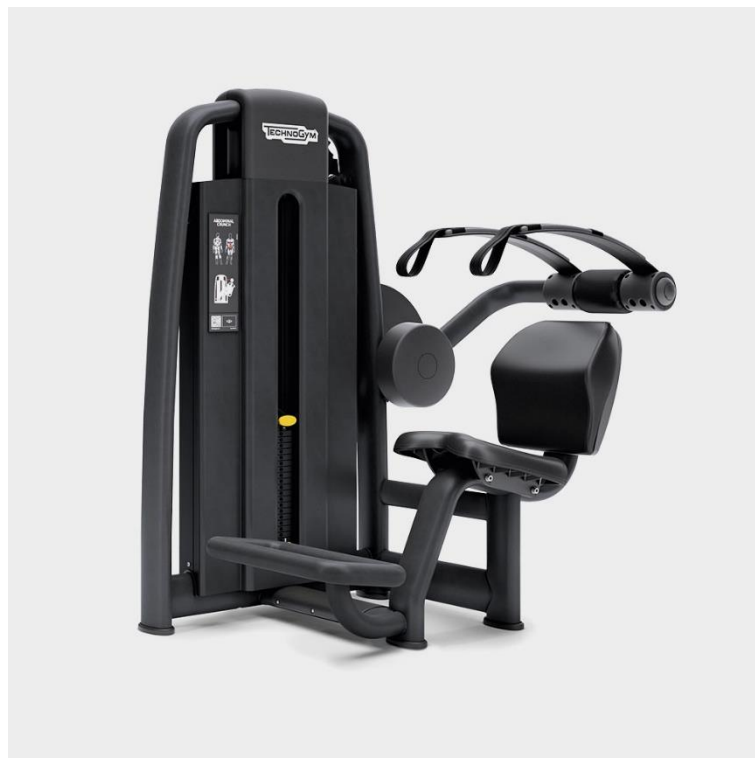
Per a fer introducció al nostre projecte, cal començar parlant del augment de participació en la realització d'activitats físiques i de locals destinats per a tal efecte en els últims anys.

En el nostre projecte ens centrarem en gran part en el aspecte de musculació, per això començarem parlant de les diferents màquines que es troben actualment en el mercat i així poder acabar d'entendre la nostra necessitat de unificar-les.

Exercicis amb màquines:

- **Abdominal:**

Aquesta màquina consisteix en una cadira basculant on l'usuari assegut inicialment en posició natural ha de bascular cap endavant intentant col·locar el cap entre els genolls sense deixar anar les cordes que passen per sobre de l'espatlla, d'aquesta manera s'aconsegueix aixecar el pes que s'hagi seleccionat i treballar la zona abdominal.



Font 1. https://www.technogym.com/catalog/selection_700_abdominal_crunch_hero_1.jpg

Figura 1. Màquina abdominal

- **Banc:** Aquest element permet a l'usuari el fet de poder treballar sobre ell de tant de manera assegut com tombat.



Font 2. https://www.technogym.com/catalog/PG04_purestrength_adjustablebench_hero_01_6.jpg

Figura 2. Banc d'exercicis

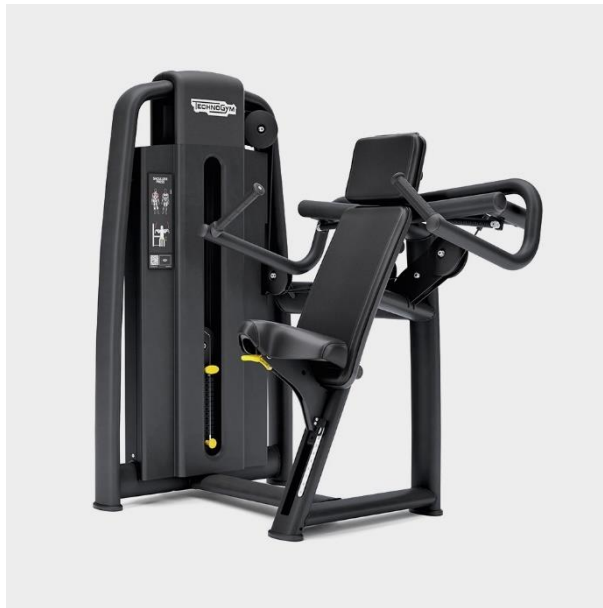
- **Dorsalera:** La següent màquina està destinada per al treball de la zona dorsal, de manera que tibant de la barra superior i amb ajuda de la peça amb forma de "T", permet que l'usuari aixequi les peces sense aixecar-se ell del banc.



Font 3. https://www.technogym.com/catalog/selection_700_lat_machine_hero_1.jpg

Figura 3. Dorsalera

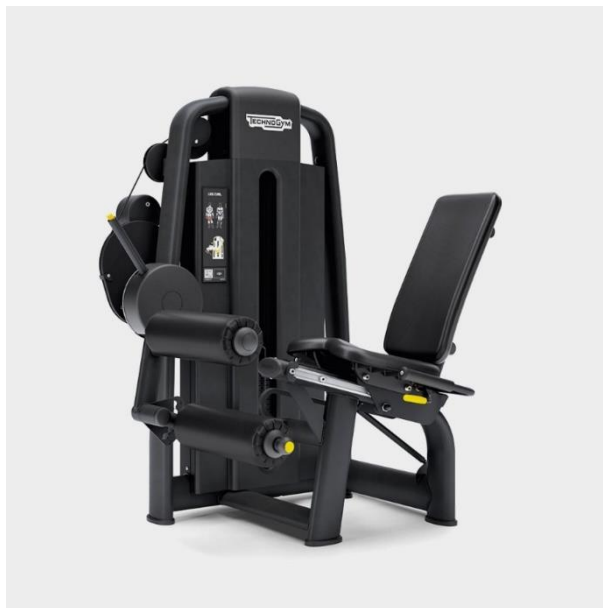
- **Maquina d'espatlla:** La funció d'aquesta maquina es tal i com es mostra a la figura, l'usuari assegut i recolzant l'esquena de manera uniforme per evitar lesions, ha d'aconseguir moure les nanses fins a tenir els braços totalment estirats.



Font 4. https://www.technogym.com/catalog/selection_700_shoulder_press_hero_1.jpg

Figura 4. Màquina d'espatlla

- **Bíceps femoral:** Aquesta màquina està destinada per a treballar el tren inferior, concretament el bíceps femoral, de manera que amb les cames totalment estirades ha de fer un esforç per tal de recollir-les fins arribar als 90°.



Font 5. https://www.technogym.com/catalog/selection_700_leg_curl_hero_1.jpg

Figura 5. Bíceps femoral

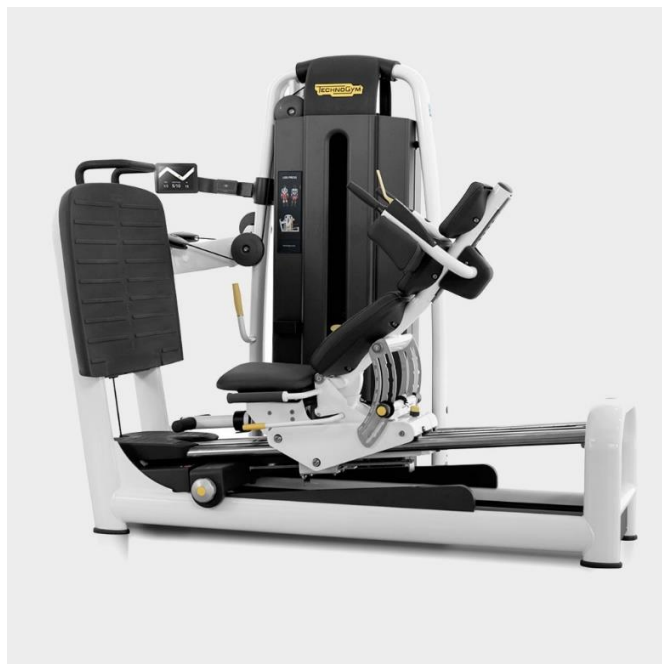
- **Lumbars:** En aquesta màquina el que es vol es treballar la zona lumbar, per tant, assegut a la cadira, es pretén moure el cilindre, que recolzat a l'esquena, ha de fer l'esforç per tal de posar-se dret.



Font 6. https://www.technogym.com/catalog/selection_700_lower_back_hero_1.jpg

Figura 6. Màquina de lumbar

- **Prensa de cames:** Aquesta màquina es destina al treball de tren inferior, on concretament es poden fer dos tipus d'exercicis, quàdriceps o bessons, de manera que l'usuari ha d'intentar empènyer la placa amb la base dels peus i d'aquesta manera la cadira mitjançant una guia es mou a través d'ella.



Font 7. https://www.technogym.com/catalog/legpress_selection-med_hero_2.jpg

Figura 7. Press cames

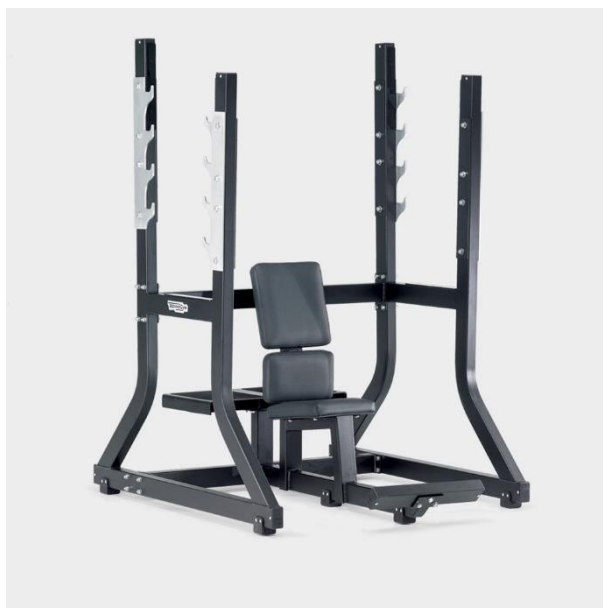
- **Press banca:** Aquest model no es considera del tot una màquina, però el que permet a l'usuari es mitjançant una barra i en posició totalment horitzontal (tombat sobre el banc), pot treballar la zona pectoral, tríceps, depenent de la manera en la que s'agafi la barra, el moviment es realitza de manera vertical.



Font 8. https://www.technogym.com/catalog/pg07-nbv000_hero_01.jpg

Figura 8. Press banca

- **Press militar:** Com la màquina anterior, aquesta permet treballar la zona pectoral i/o dorsals, en aquest cas l'usuari es col·loca en posició assegut amb l'esquena recolzada i amb l'ajuda d'una barra addicional amb peces el moviment es semi-vertical.



Font 9. https://www.technogym.com/catalog/PG08_olympicmilitarybench_hero_01_4.jpg

Figura 9. Press militar

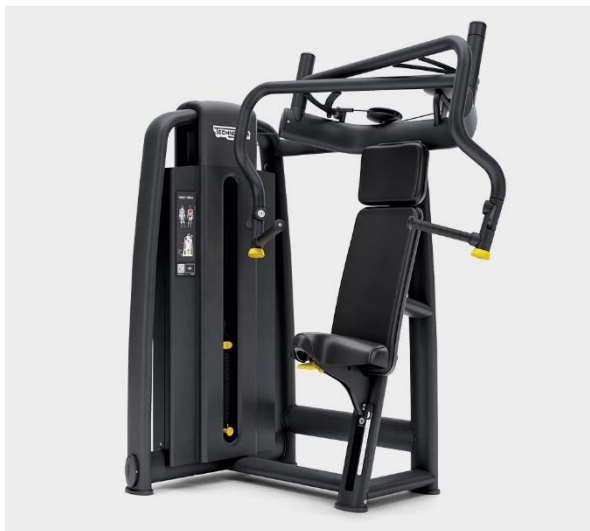
- **Quàdriceps:** Aquesta màquina es semblant a la del bíceps femoral, però es treballa de manera totalment inversa, on l'usuari parteix de la posició de les cames a 90° i ha d'aconseguir arribar fins a la posició de 180°, el múscul que es treballa es el quàdriceps.



Font 10. https://www.technogym.com/catalog/selection_700_leg_extension_hero_1.jpg

Figura 10. Quàdriceps

- **Tríceps:** En aquesta màquina es pretén treballar son els deltoides i els tríceps, consisteix en asseure a la cadira i recolzant l'esquena per evitar lesions, amb el palmell de la ma estendre els braços el màxim possible.



Font 11. https://www.technogym.com/catalog/selection_700_chest_press_hero_1.jpg

Figura 11. Tríceps

Com es pot observar, per tal de poder exercitar el cos al complet es necessari disposar de varies màquines com s'ha enumerat anteriorment, per això sorgeix la necessitat de crear aquest projecte per tal de unificar-les.

QFD

19

2.3. Benchmarking

Actualment en el mercat, podem trobar diverses màquines per a treballar els diferents exercicis que habitualment es realitzen en gimnasos, per això va sorgir la necessitat de unificar-les. No obstant, en el moment de realitzar el prototip vam trobar unes màquines que complien els nostres requisits en gran part, però tot i així no acabaven de cobrir totes les nostres necessitats. Per tant en aquest capítol ens centrarem en explicar el funcionament d'aquestes i quines millores afegirem per tal de garantir el màxim d'exercicis.

Les màquines en qüestió son de la marca **Hoist**, i els models que estudiarem son la **Mi5**, **Mi6** i **Mi7-Smith** ens vam centrar en aquestes màquines principalment per el mecanisme prismàtic de posicionament dels tiradors, ja aquest mecanisme garanteix el fet de treballar tant en posicions altes com baixes, d'aquesta manera es pot treballar una gran part del cos des de braços, tors, cames, etc.

Com s'ha comentat anteriorment, aquesta màquina cobreix gran part dels exercicis, però no complia al 100% les nostres necessitats, però això vam optar per aprofitar alguns elements d'aquesta i afegir-ne components, com ara un banc que es imprescindible per realitzar una gran part del exercicis que volem definir, d'altra banda, la nostra màquina en front a la **Mi5** consta d'una barra horitzontal lliscant que permet treballar exercís tals com pit, espatlla, dorsals, etc.



Font 12. <https://cdn3.volusion.com/oivu9.hkej2/v/vspfiles/photos/Mi5-2.jpg>

Figura 12. Hoist Mi5



Font 13. <https://www.johnsonfitness.com/Home/ProductImage?sku=HF-M6>

Figura 13. Hoist Mi6



Font 14. <https://www.360fitnesssuperstore.com/images/product-images/home-gyms/hoist/HOIST%20Mi7%20Functional%20Training%20System/Main.jpg>

Figura 14. Hoist Mi7-Smith

2.4. Conclusions inicials

BS – EXERCISES	Mi5 HOIST	Mi6 HOIST	Mi7SMITH	equipeym
Row	•	•	•	•
Bent Over Rear Delt Raise	•	•	•	•
Front Raise	•	•	•	•
Lateral Raise	•	•	•	•
Rear Delt Push	•	•	•	•
Pull-up & Chin-up		•	•	•
Upright Row			•	•
Shrugs			•	•
Military Press			•	•
One Arm Row				•
Lat Pull-down				•
	5	6	9	11

Font 15. Elaboració pròpia

Figura 15. Taula comparativa exercicis superiors

ACA – EXERCISES	Mi5 HOIST	Mi6 HOIST	Mi7SMITH	equipeym
Abdominal Crunch	•	•	•	•
WoodChop	•	•	•	•
Bicep Curls	•	•	•	•
Triceps Pushdowns	•	•	•	•
Triceps Extensions	•	•	•	•
Pec Deck Flys	•	•	•	•
Horizontal Bench Press	•	•	•	•
30° Incline Bench Press				•
Wrist & Forearms Curls				•
	7	7	7	9

Font 16. Elaboració pròpia

Figura 16. Taula comparativa exercicis zona troncal

GL - EXERCISES	M5 HOIST	M6 HOIST	M7SMITH	equipgym
Glute Kickback	•	•	•	•
Hip Adduction	•	•	•	•
Pull-Throughts	•	•	•	•
Squats			•	•
Lunges			•	•
Legs Extensions				•
Leg Curls				•
Tibialis Raise				•
Calf Raise				•
Horizontal Leg Press				•
	3	3	5	10

Font 17. Elaboració pròpia

Figura 17. Taula comparativa exercicis inferiors

En aquest apartat, una vegada analitzades les màquines existents en el mercat i el QFD, podem arribar a la conclusió de que el nostre projecte està ben encaminat i segueix una bona línia.

Gràcies al QFD ens hem adonat de quins són els punts més importants a l'hora de dissenyar el nostre producte, que en aquest cas són:

- Ús de la tecnologia.
- Diferents colors i marques.
- Elements de mercat.
- Elements d'ancoratge ràpid.
- Peces consumibles de fàcil recanvi.
- Barra guiada.
- Cilindre de tren inferior regulable.
- Banc regulable.
- Poca diversitat de materials.
- Ús de processos de prototipatge ràpid.
- Ús de processos de CNC.

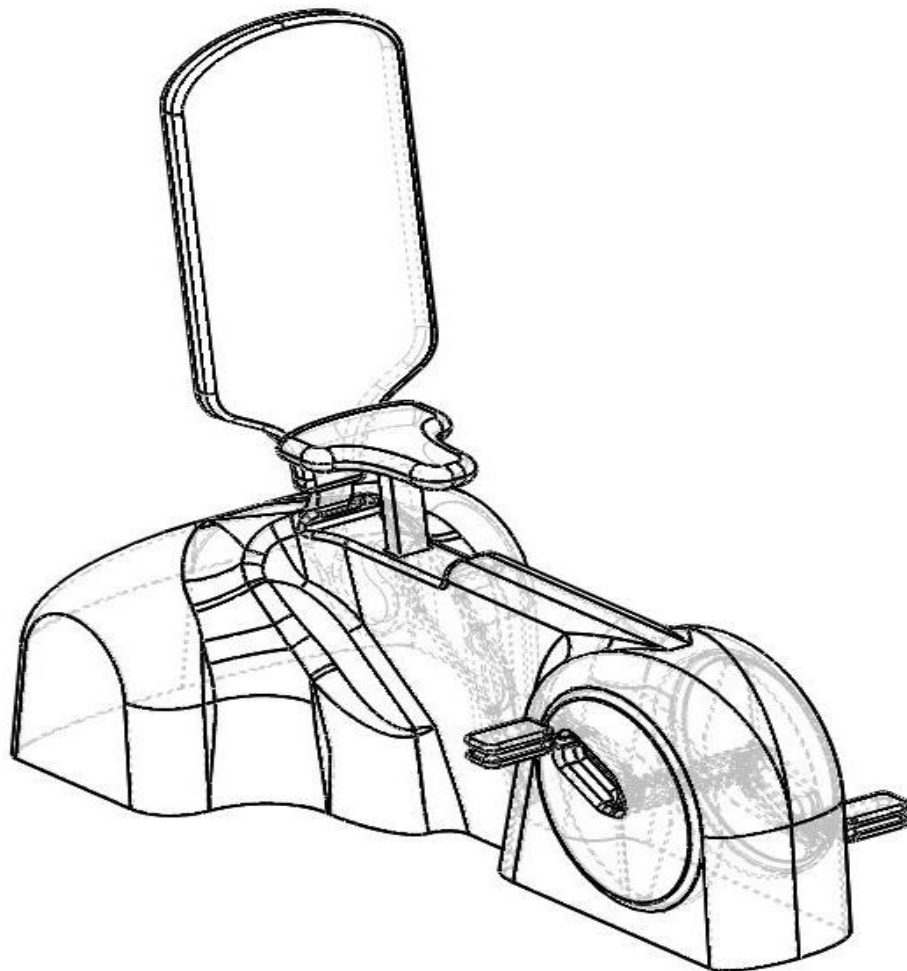
Pel que fa a les taules comparatives ens han resultat útils, ja que es pot observar de manera visual que la nostra màquina és capaç d'oferir més possibilitats d'exercicis que la competència.

3. Disseny del Prototipus

3.1. Disseny Estructural

- Versió 1:

En un primer disseny, la estructura principal constava d'una base bastant solida, on aquesta incorporava un sistema de bicicleta per poder treballar la part de cardiovascular, i un banc on aquest es reclinava per tal de fer de recolzament per d'esquena, durant la realització d'aquest disseny ens vam adonar que el fet de disposar de la part cardiovascular, impedia a l'usuari realitzar alguns exercicis de musculació, per tant vam decidir redistribuir aquest element.

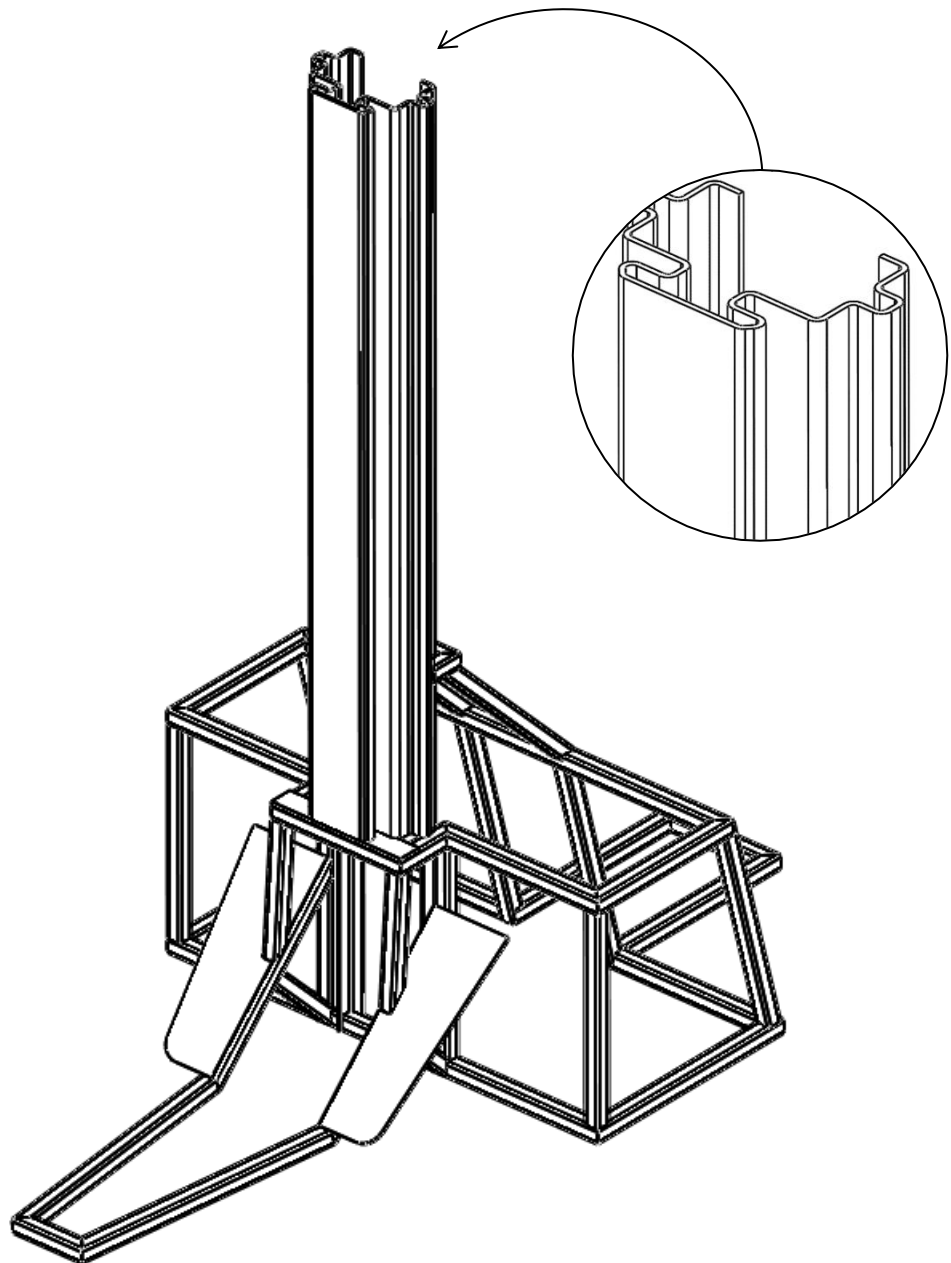


Font 18. Elaboració pròpia

Figura 18. EquipGym Versió 1

- **Versió 2:**

En aquesta segona versió, es fa un re-disseny de la estructura passant aquesta de ser horitzontal a més vertical, això fa que es modifiqui tant la posició de la bicicleta com la seva forma. Però ens trobem amb el problema que aquesta estructura es molt compacta ja que esta totalment soldada i això ens perjudica a l'hora del transport.

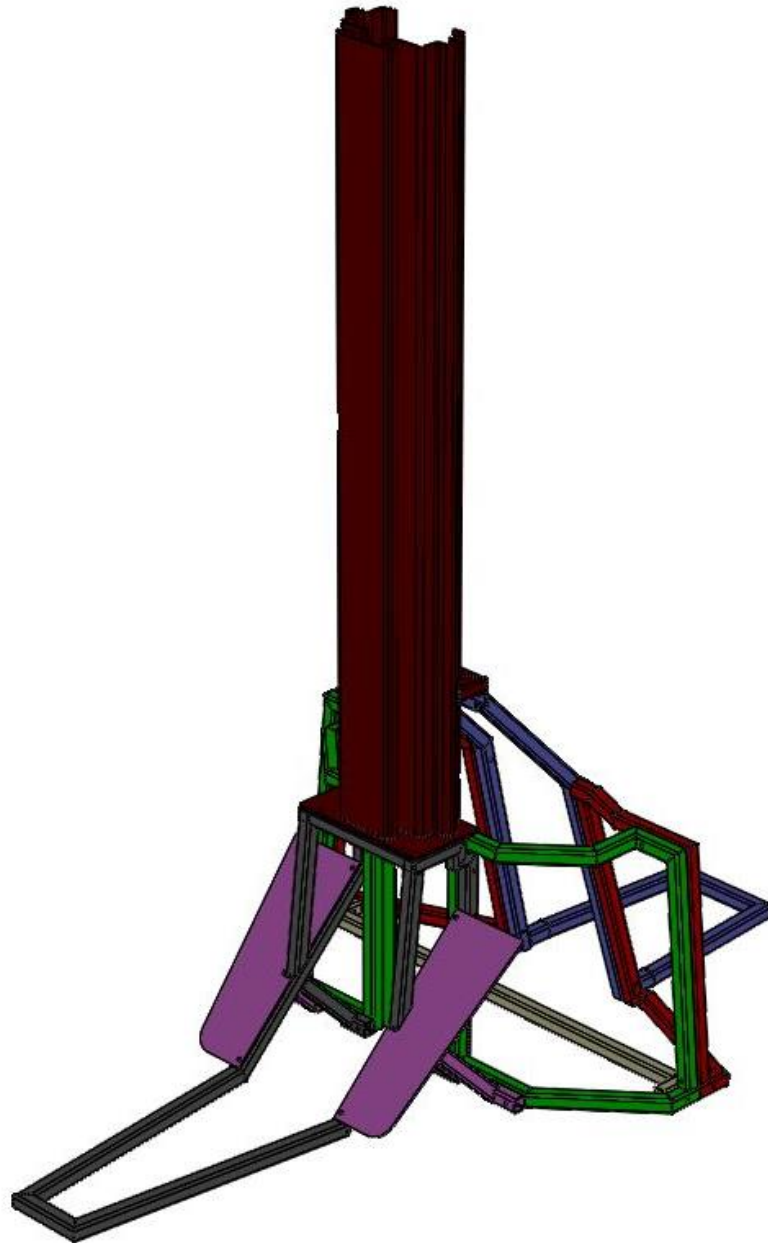


Font 19. Elaboració pròpia

Figura 19. EquipGym Versió 2

- **Versió 3:**

En aquesta versió, s'aconsegueix dividir la estructura central en varies peces, d'aquesta manera es resol la problemàtica del transport, però a la vegada apareix un problema d'estabilitat per la part lateral que caldrà tenir en compte, ja que en el moment de realitzar els exercicis la màquina podria bolcar.



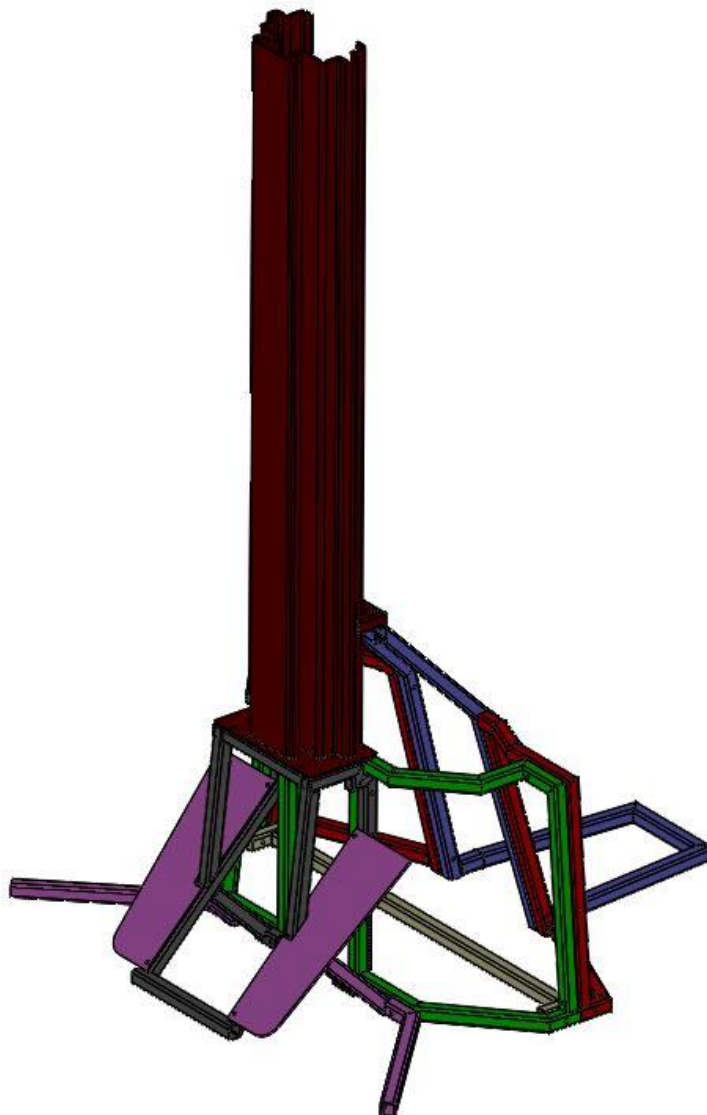
Font 20. Elaboració pròpia

Figura 20. EquipGym Versió 3

- **Versió 4:**

Un cop afegits els elements per a millorar la estabilitat lateral, ens adonem de que el disseny de la versió 3, tot i millorar la part de embalatge i transport, el disseny d'aquestes peces son molt complexes i per tant a l'hora de fabricar-les (soldar-les), apareixen dificultats i possiblement mala qualitat i precisió d'aquestes. També s'observa que un cop realitzat un càlcul aproximat del cost de producció de la columna central, s'arriba a la conclusió de que la funcionalitat es pot obtenir igualment amb una columna mes simple.

Després de realitzar la simulació d'esforços, s'observa que aquesta estructura segueix tendint al bolcat.



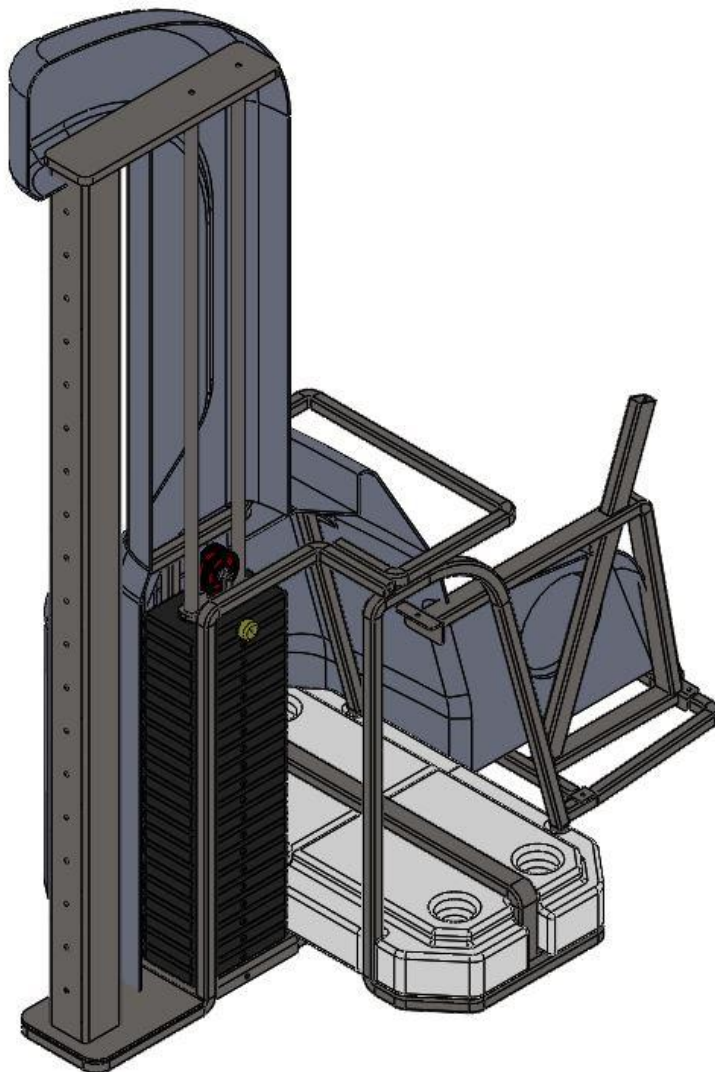
Font 21. Elaboració pròpia

Figura 21. EquipGym Versió 4

- **Versió 5:**

En aquesta versió es millora la part d'estabilitat afegint uns dipòsits que es col·loquen en la part baixa de la estructura on la seva missió es la de fer de contrapès, aquest dipòsits estan dissenyats per tal de ser omplerts amb aigua o be amb sorra.

D'altra banda s'observa que la carcassa protectora te una gran superfície i això dificulta tant el transport d'aquesta com el muntatge a part de que torna a aparèixer la necessitat de disposar d'un banc per a la realització d'alguns exercicis.



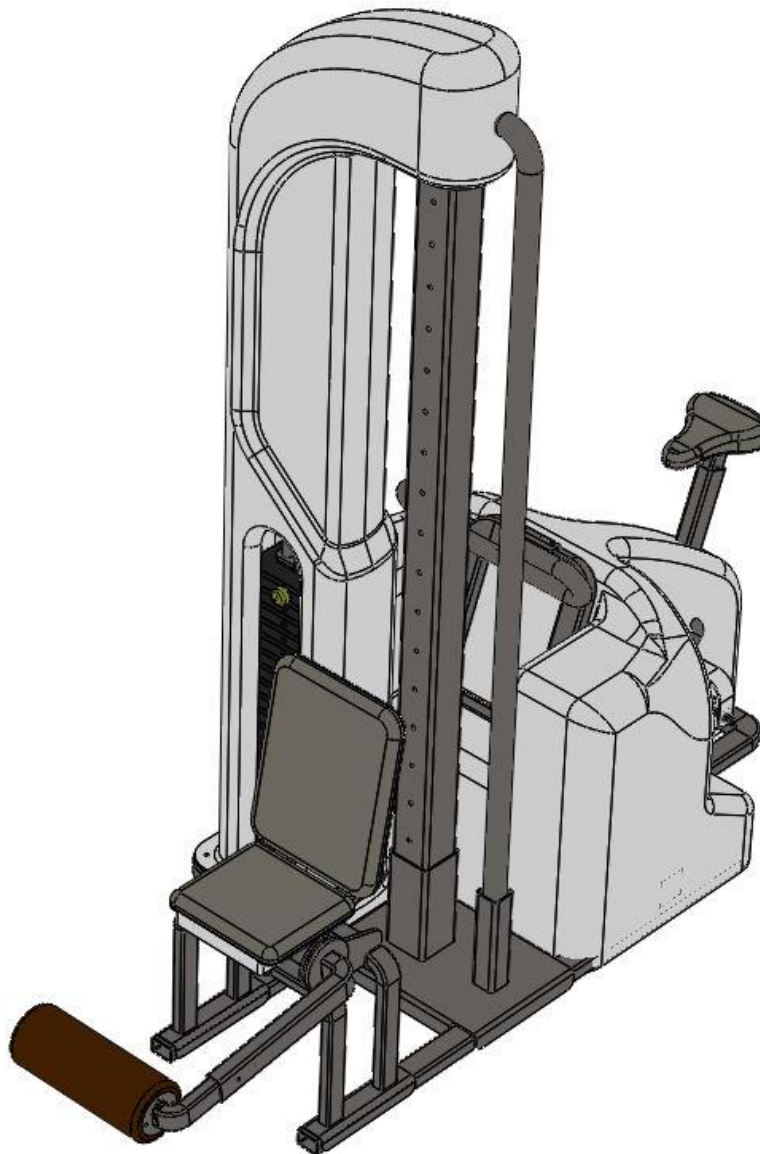
Font 22. Elaboració pròpia

Figura 22. EquipGym Versió 5

- **Versió 6:**

En el disseny d'aquesta versió, ens vam centrar en reduir la superfície de la carcassa, que finalment s'acaba realitzant en dos parts i afegir una cadira, ja que aquesta es imprescindible per alguns exercicis.

El primer disseny d'aquesta cadira no ens acaba de convèncer, ja que es molt limitada, i d'altra banda, després de realitzar un “**focus group**” sobre el prototipus que tenim en aquestes alçades del disseny, la part de càrdio (bicicleta) no es molt acceptada per la majoria dels integrant d'aquesta dinàmica, ja que segons la seva experiència en aquest àmbit, es aconsellable separar la part de musculació de la part destinada a l'entrenament cardiovascular.



Font 23. Elaboració pròpia

Figura 23. EquipGym Versió 6

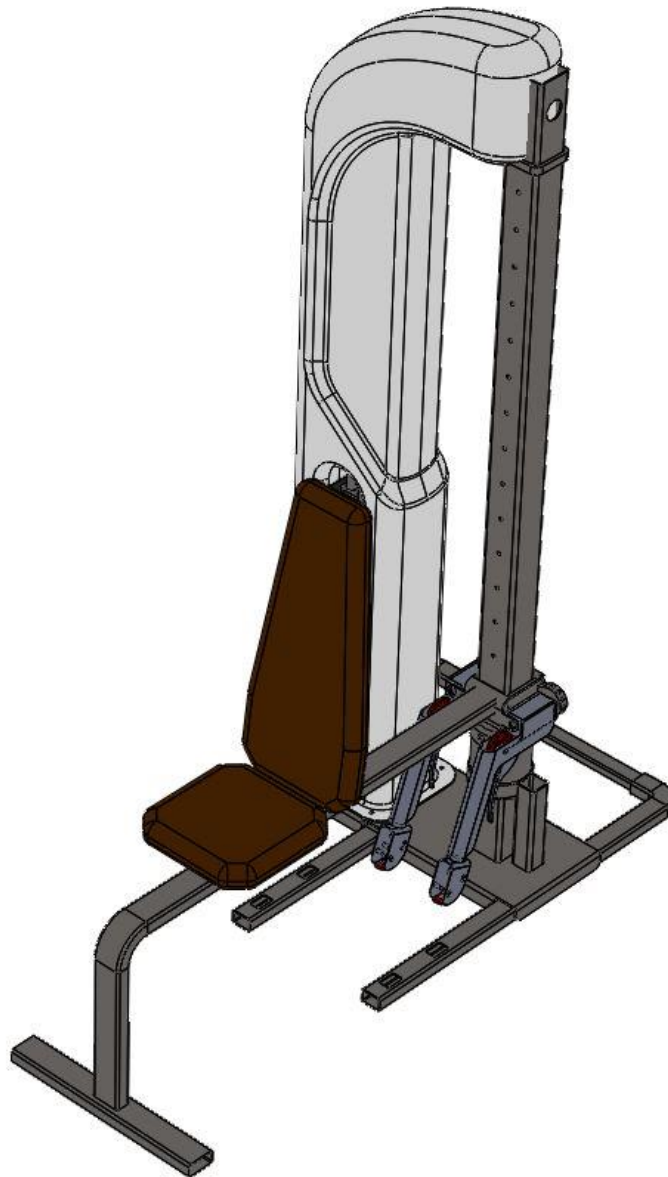
- **Versió 7:**

Es modifica la cadira, de manera que passa a tenir un recolzament 100% inclinable, de manera que aquest es mou entre els 0° i 85° respecte la horitzontal. El que s'aconsegueix amb això es que es pot convertir en banc.

En obtenir una distribució més horitzontal, els dipòsits que apareixen en la versió 5 ja no son necessaris, per tant s'eliminen.

També en aquesta versió s'elimina de forma completa la bicicleta, a causa de la negativa que s'obté en el "**focus group**".

En aquesta versió torna a aparèixer un nou problema amb el vinclament de la columna, ja que el seu extrem superior queda lliure.



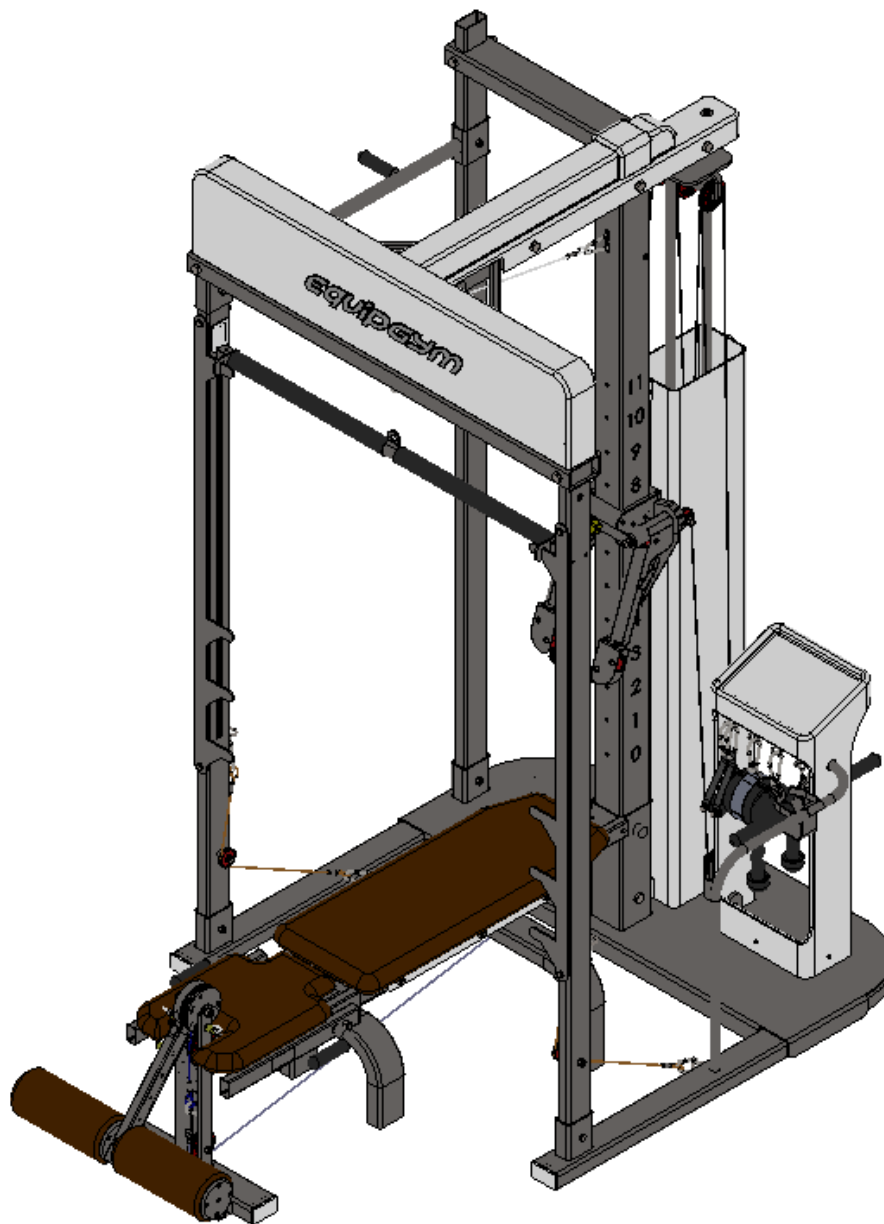
Font 24. Elaboració pròpia

Figura 24. EquipGym Versió 7

- **Versió Final:**

Finalment, en aquesta versió es solucionen tots els problemes, de manera que respecte l'anterior versió, s'afegeixen reforços en la columna central per tal d'evitar el vinclament, afegim dues columnes laterals que a part de donar estabilitat a la estructura s'utilitzen com a guies per a la barra horitzontal.

A més a més, la cobertura ha estat modificada, passant de cobrir gran part de la estructura a únicament la part superior i la zona de les peses. D'aquesta manera el que aconseguim es una estructura més robusta, estable i més accessible.



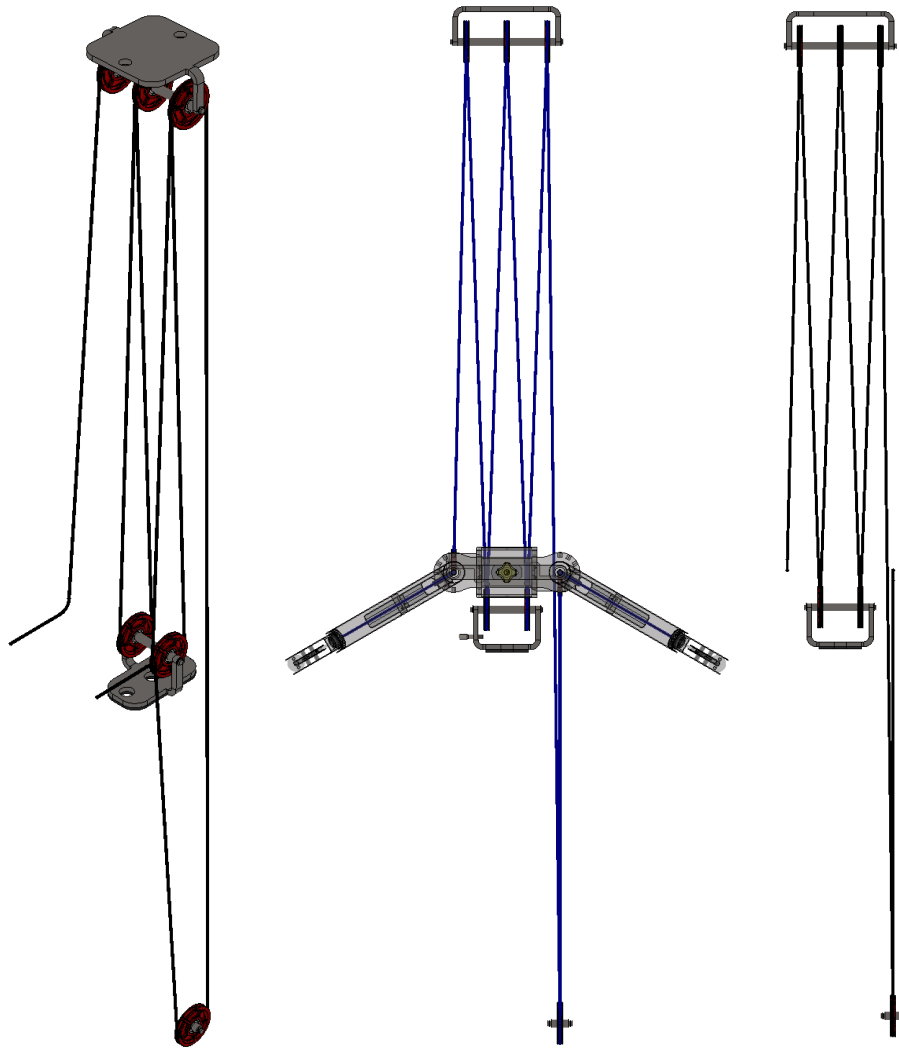
Font 25. Elaboració pròpia

Figura 25. EquipGym Versió Final

3.2. Disseny del sistema mecànic

- **Sistema de politges:**

Aquest sistema consta de varies politges col·locades de manera estratègica que permeten que el posicionador sigui capaç de moure's mantenint la longitud del cable de manera constant i aquest sempre estigui tensat.



Font 26. Elaboració pròpia

Figura 26. Sistema de politges vista isomètrica, amb posicionador i frontal.

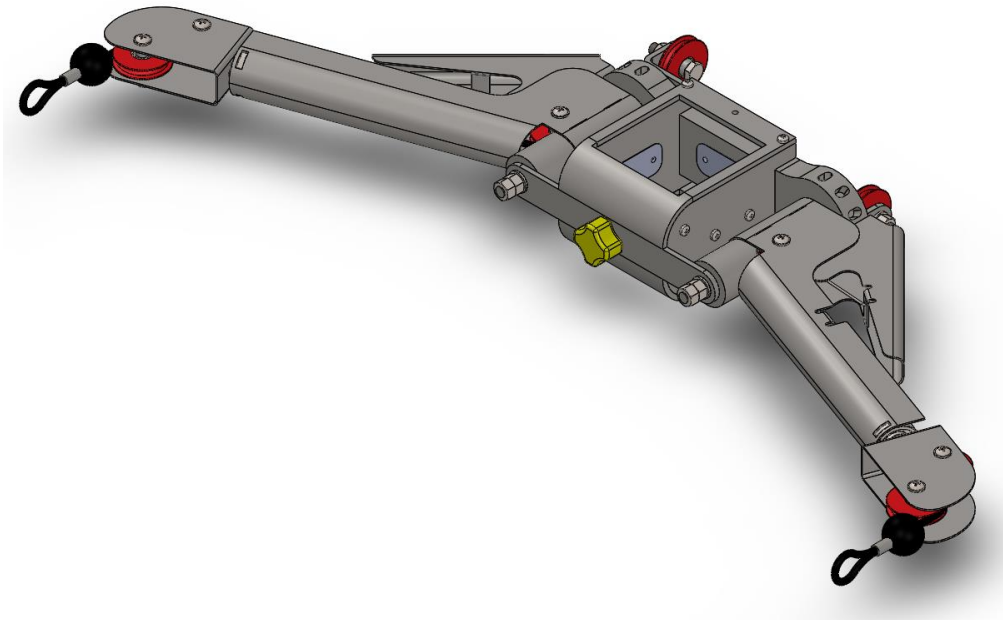
- **Mecanisme posicionador:**

Podríem dir que aquest element és el més important d'aquesta màquina, ja que gràcies a ell, és possible disposar d'un gran àbac de posicions que permeten i afavoreixen la realització dels exercicis ja que no totes les persones tenen les mateixes dimensions.

Per tant a l'hora de realitzar el disseny d'aquest element es va tenir en compte que hauria de ser un element que pogués lliscar a través de la columna central, i amb unes dimensions precises.

El disseny d'aquest element va sorgir de la necessitat de voler posicionar les cordes a una alçada determinada depenent de l'exercici que es volgués treballar, per això aquest hauria de ser un element capaç de lliscar a través d'alguna guia, en el nostre cas la columna central. Per aquest motiu es van incloure unes peces de nylon totalment planes a les quatre parets del mecanisme perquè aquest pogués lliscar sense problemes per la columna.

També unes de les condicions més importants a l'hora de realitzar el disseny d'aquest artefacte van ser la forma geomètrica i les mesures, ja que el que es pretenia era l'obtenció d'un element el més reduït possible amb una forma geomètrica no molt complexa, finalment va sorgir el següent element.



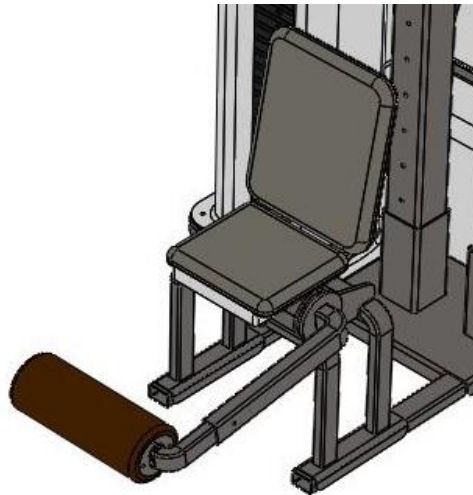
Font 27. Elaboració pròpia

Figura 27. Mecanisme posicionador

- **Cadira/Banc:**

Inicialment, aquest element va començant ser una cadira ja que per realitzar alguns exercicis era imprescindible disposar d'ella, però mes endavant ens vam trobar amb la problemàtica de que per fer alguns exercicis el cos s'ha de col·locar totalment horitzontal, i aquest disseny inicial no complia el 100% les nostres necessitats, per això es va haver de realitzar un redisseny d'aquest i transformar-lo en una cadira re-convertible en banc.

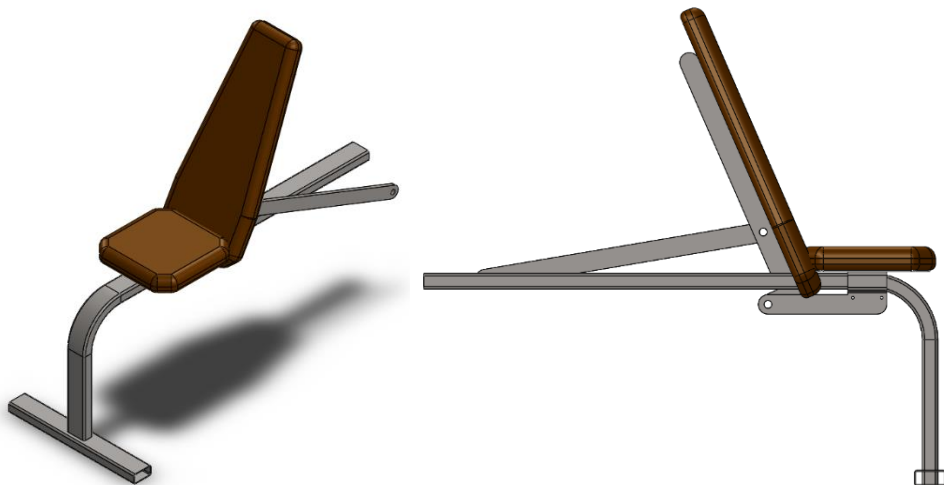
- **Versió 1:**



Font 28. Elaboració pròpia

Figura 28. Cadira Versió 1

- **Versió 2:**



Font 29. Elaboració pròpia

Figura 29. Banc Versió 2

- **Versió Final:**



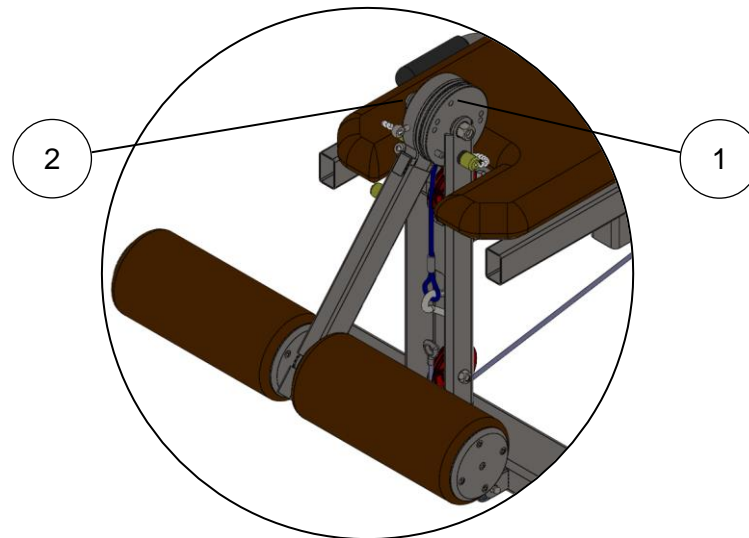
Font 30. Elaboració pròpia

Figura 30. Banc Versió Final

- **Sistema bíceps femoral i quàdriceps:**

Pel disseny d'aquest mecanisme ens basem en el que ja existeix al mercat, amb l'inconvenient de que en l'actualitat, les màquines que hi ha només són capaces d'oferir un exercici en concret, o bé *bíceps femoral* o bé *quàdriceps*, a causa de la mecànica que les defineixen, per tant, com en el nostre projecte consta de la unificació d'exercicis, ens vam proposar de trobar una manera de que es poguessin realitzar ambdós exercicis.

Així doncs, mitjançant un sistema de dos *discos* (1 i 2) independents, que en el moment en el que es fa passar un passador aquests giren de forma solidària, on el *disc* (1) consta d'un allotjament on s'introdueix el cable juntament amb dues peces que fan de gàbia i amb un passador que impedeix que aquest no surti del forat. El *disc* (1) també consta d'una regata al voltant de la seva perifèria que té la funció d'amagar el cable al moment en el que es fa ús d'aquest.



Font 31. Elaboració pròpia

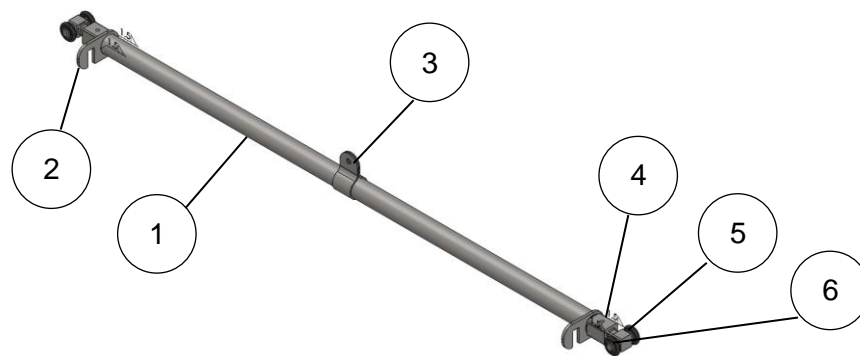
Figura 31. Sistema bíceps femoral i quàdriceps

- **Barra horitzontal:**

Aquest component, sorgeix de la necessitat de realitzar els exercicis de **pit** i **dorsals**, inicialment el sistema consistia en una barra extraïble, de manera que en el moment de no utilitzar-lo es podia guardar a la zona d'accessoris, però en endavant del disseny de la màquina, ens vam adonar de que per realitzar **l'entrenament de pit** era necessari que aquesta barra horitzontal fos guiada, per tant al variar el disseny d'aquesta, vam apostar per un mecanisme que no es pogués extreure de la seva guia, on en el moment de no utilització aquest romandria a la part superior de la màquina.

Així doncs va resultar el següent component, de manera que consisteix en un *tub guiat* (1) que porta soldats als seus extrems dos *bloquejadors* (2) i al mig incorpora una *anella* (3) per a fixar el cable superior.

Les *guies*, consisteixen en una *peça mecanitzada* (4) amb un *eix* (5) que suporta les dues *rodes* (6) que permeten el moviment lineal a través de la columna. Aquest sistema de rodes, ens permet que la barra llisqui per dins d'aquesta columna de manera suau i reduir la fricció amb les cares.



Font 32. Elaboració pròpia

Figura 32. Barra horitzontal

3.3. Elements comercials

En aquest apartat parlarem del accessoris que hem escollit per a realitzar alguns dels exercicis que ofereix la màquina, però en aquest cas en hem decantat per la compra, ja que son peces que ja es troben en el mercat i tenen un preu assequible, d'aquesta manera ens estalviem la mà d'obra en el procés de producció i també les hores d'enginyeria pel que fa al seu disseny.

- Tirador de barra:

Per a realitzar aquest tipus d'exercici, cal una barra de petites dimensions per tal de treballar la zona dels braços de manera pròxima al cos, això també permet que aquest útil es pugui emmagatzemar fàcilment. Aquesta peça consisteix en una barra massissa d'uns 500 mm on en el seu centre te una anella soldada de manera perpendicular a la barra per on s'enganxa amb les cordes.



Font 33. <https://es.aliexpress.com/item/33005927951.html>

Figura 33. Tirador de barra

- Tiradors:

Igual que l'apartat anterior, es un element que requereix que sigui de dimensions reduïdes, per tal d'utilitzar-ho amb una sola mà ja que en cas de ser molt gran i pesat no es podria realitzar els exercicis còmodament. Aquest tiradors consten d'una barra massissa d'uns 150 mm on al seus extrems s'uneix amb una corda de tela plana i aquesta corda al seu punt mig te una anella, en aquest punt també la corda esta cosida per a que aquesta anella quedi fixa en aquesta posició, per tal de col·locar el mosquetó per finalment unir-lo amb els cables d'acer.



Font 34. <https://es.aliexpress.com/item/4000180018322.html>

Figura 34. Tirador convencional

- **Tirador flexible:**

Aquest element consisteix en una corda tipus escalador, on en al seus extrems porta dos nusos o boles per a facilitar que l'usuari el pugui agafar de manera fàcil i còmoda, també al seu punt mig porta una anella com en el cas anterior que permet el seu ancoratge amb els cables que uneixen amb les peces mitjançant el mosquetó, al estar format per corda, aquest element permet realitzar diferents exercicis.



Font 35. <https://es.aliexpress.com/item/4000180018322.html>

Figura 35. Tirador flexible

- **Corretja/Turmellera:**

Aquest element ens permet realitzar els exercicis de cames, com ara glutis, consisteix en una abraçadora de cuir, que el lliga a la zona del turmell, per això rep aquest nom, de tal manera que mitjançant el sistema de *velcro* o amb cinturons queda solidaria a la cama i així poder estirar dels cables de manera còmoda.



Font 36. <https://es.aliexpress.com/item/32788393863.html>

Figura 36. Turmellera

- **Politges:**

Aquestes són peces que han de poder suportar la força exercida per l'usuari a l'hora d'aixecar les peses i que a més a més, han de permetre que el cable pugui avançar i retrocedir gràcies al seu gir. En el nostre cas trobem tres tipus de politges: les petites que únicament possibiliten els canvis de direcció, la mitjana que té unes dimensions adequades per a poder elevar el contrapès, i les grans que són totes aquelles que absorbeixen la força i al mateix temps canvien la direcció dels cables.



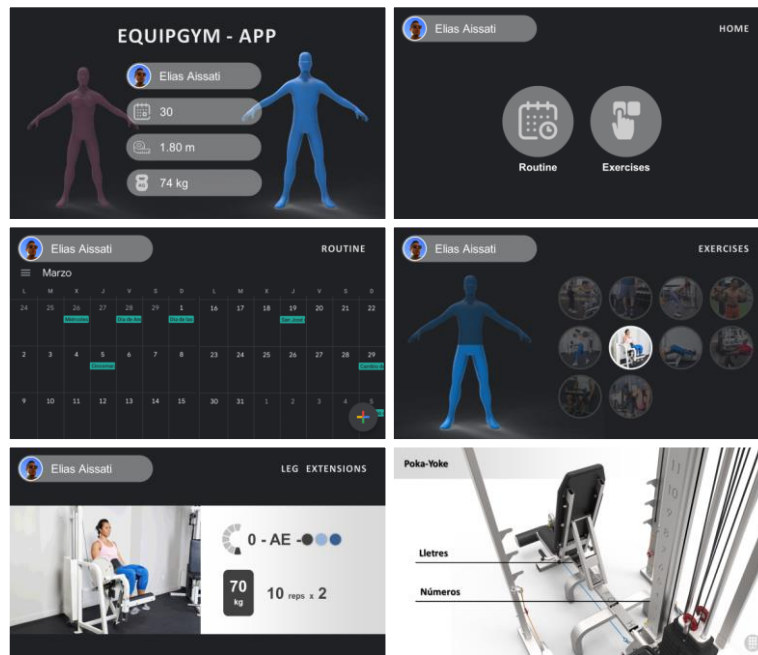
Font 37. <https://es.aliexpress.com/item/33027816870.html>

Figura 37. Politges (de esquerra a dreta: petita, mitjana i gran)

4. Funcionament de la EquipGym

4.1. Poka-Yoke

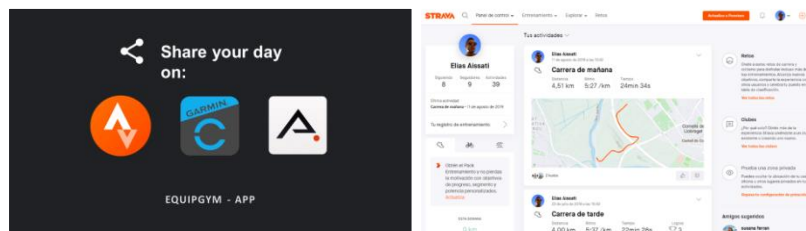
En aquest projecte hem considerat, a causa de la gran varietat d'exercicis i possibilitats de realitzar-los, l'aprofitament de les noves tecnologies implementant un *poka-yoke* visual mitjançant una aplicació digital que l'usuari visualitzarà a la seva *tablet* o *smartphone*.



Font 38. Elaboració pròpia

Figura 38. Captures de l'aplicació i gravats a la màquina

En aquesta aplicació es mostrarà el pas a pas de com col·locar els diferents element i/o accessoris que s'utilitzaran en la realització de cadascun dels diferents exercicis, tot tenint en compte les dimensions antropomètriques dels usuaris (pes, alçada, ...) i tenint en compte els gravats i colors que hi ha a les diferents parts de la màquina. Amb això es poden crear rutines personalitzades segons els objectius de cada esportista. A més a més, a causa del gran impacte que hi ha avui dia amb les xarxes socials, el que es pretén d'aquesta manera és que l'usuari un cop realitzats els seus exercicis pugui compartir la seva tasca/rutina amb altres usuaris i crear comunitat a través d'altres aplicacions com ara "**Strava**", "**Garmin Connect**", etc.

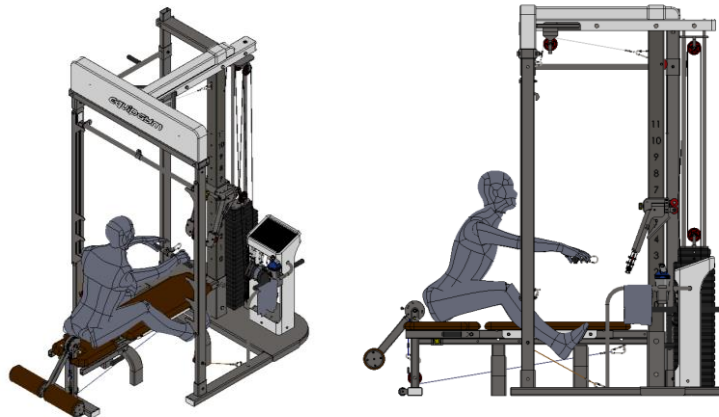


Font 39. <https://www.strava.com/>

Figura 39. Captura de l'opció Comparteix i exemple de perfil de Strava

4.2. Exercicis

4.2.1. Row



Font 40. Elaboració pròpia
Figura 40. EquipGym en posició de rem

Preparació:

1. Mecanisme posicionador en el punt 6, amb els braços en posició -3.
2. Banc en posició A1.
3. Per aquest exercici es poden utilitzar dos accessoris, o bé el tirador barra o els tiradors convencionals.
4. El banc consta de unes potes més amples que les altres per tal de que en aquest exercici l'usuari pugui recolzar les cames en la posició que s'observa a la figura per a realitzar l'exercici de manera còmoda i segura per tal de evitar lesions.

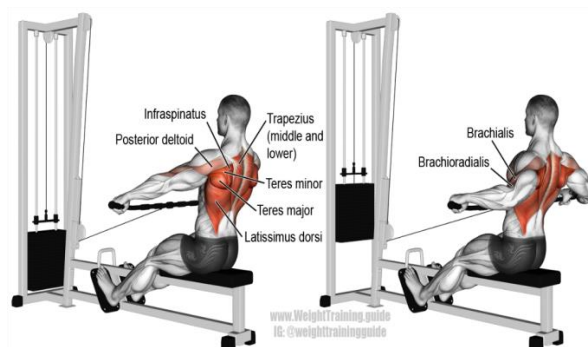
Exercici:

Amb tirador barra, es col·loquen les mans amb els palmells cap avall i tirar fins arribar al pit. Amb tiradors convencionals, s'agafa un tirador amb cada mà i s'ha de tirar igualment en direcció cap al pit però en aquest cas en arribar en aquesta posició les mans s'han de col·locar per sota de les axil·les.

Músculs que intervenen:

Principals: dorsals i trapezis inferiors.

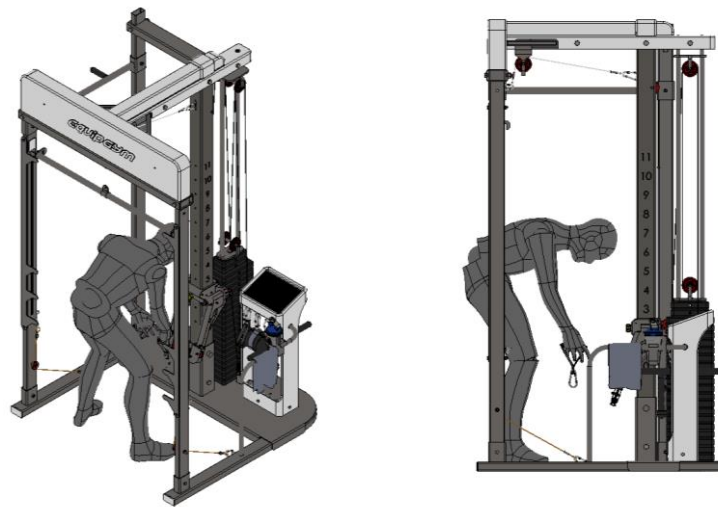
Secundaris: trapezis superiors, rodons, deltoides posteriors i avantbraços.



Font 41. <https://weighttraining.guide/wp-content/uploads/2016/10/Row.png>

Figura 41. Row

4.2.2. Bent Over Rear Delt Raise



Font 42. Elaboració pròpia

Figura 42. EquipGym en posició *Bent Over Rear Delt Raise*

Preparació:

1. Col·locar el posicionar en el punt 2 amb els braços en posició -3.
2. Col·locar els tiradors convencionals als extrems del cable negre.

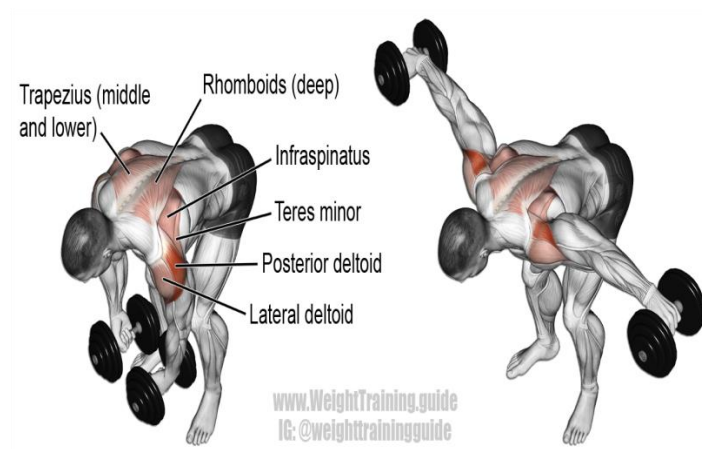
Exercici:

En posició inclinada amb les cames esteses i amb els braços estesos en la posició inicial, s'ha d'estirar dels tiradors de manera vertical cap amunt fins que les mans arribin fins al pit.

Músculs que intervenen:

Principals: deltoides posteriors, trapezis i rodons

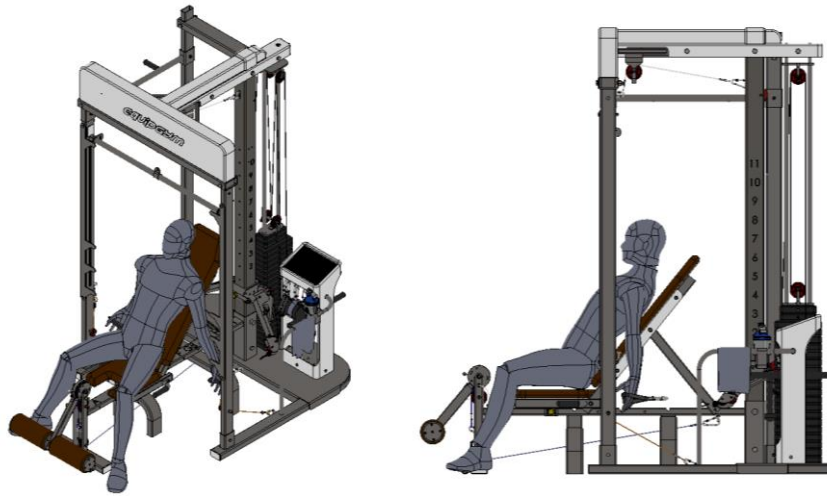
Secundaris: ND



Font 43. <https://weighttraining.guide/wp-content/uploads/2016/05/Dumbbell-Rear-Lateral-Raise.png>

Figura 43. Bent Over Rear Delt Raise

4.2.3. Front Raise



Font 44. Elaboració pròpia
Figura 44. EquipGym en posició *Front Raise*

Preparació:

1. Col·locar el posicionador en el punt 0 amb els braços en posició -1.
2. Banc en posició BH.
3. Unir els tiradors amb els cables negres.

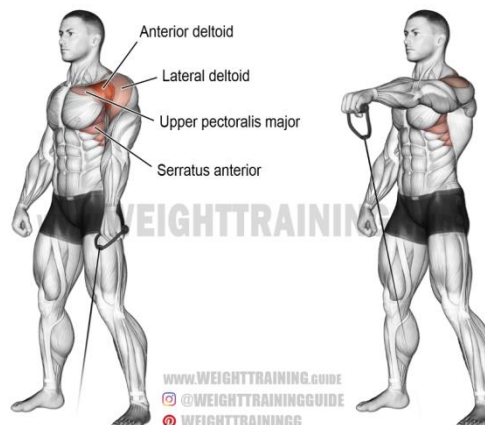
Exercici:

Consisteix en assegut al banc tal i com es mostra a la figura, tirar amb els braços del tiradors cap amunt amb els braços estesos.

Músculs que intervenen:

Principals: deltoides anteriors.

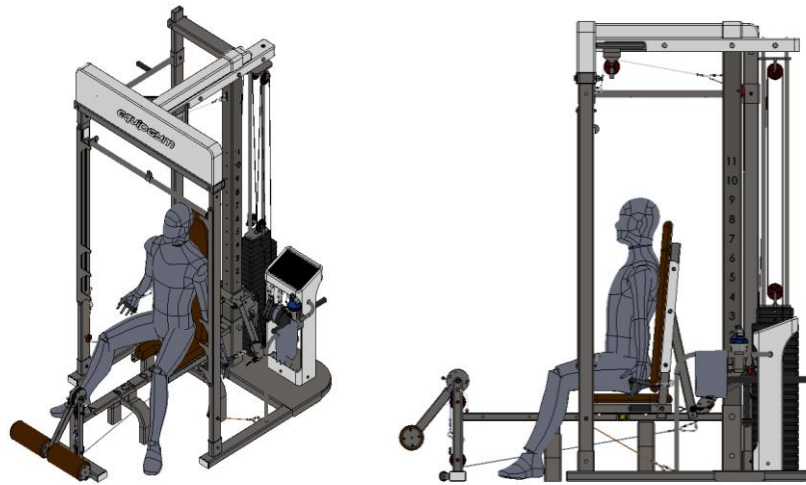
Secundaris: deltoides laterals i serrats.



Font 45. <https://weighttraining.guide/wp-content/uploads/2017/06/front-raise.png>

Figura 45. Front Raise

4.2.4. Lateral Raise



Font 46. Elaboració pròpia

Figura 46. EquipGym en posició *Lateral Raise*

Preparació:

1. Col·locar el posicionador en el punt 0 amb els braços en posició -1.
2. Col·locar el banc en la posició FH.
3. Unir els tiradors amb els cables negres.

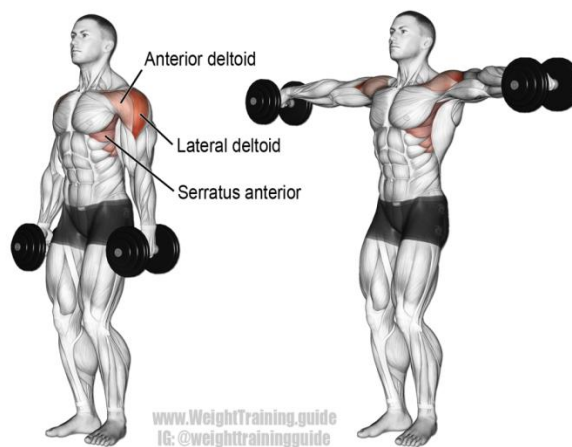
Exercici:

Aquest exercici consisteix en col·locar-se en la posició mostrada a la figura i aixecant els braços de forma circular fins a arribar a l'alçada de l'espatlla.

Músculs que intervenen:

Principals: deltoide lateral

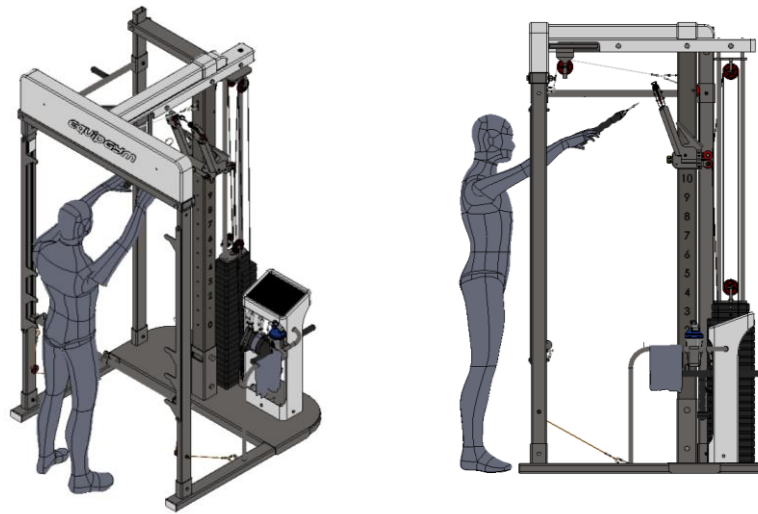
Secundaris: deltoide anterior i serrats



Font 47. <https://weighttraining.guide/wp-content/uploads/2016/05/dumbbell-lateral-raise.png>

Figura 47. Lateral Raise

4.2.5. Rear Delt Push



Font 48. Elaboració pròpia

Figura 48. EquipGym en posició Rear Delt Push

Preparació:

1. Col·locar el posicionador en el punt 11.
2. Col·locar els braços del posicionador en el punt 3.
3. Retirar el banc cap a un costat.
4. Unir el tirador flexible amb els cables de color negre.

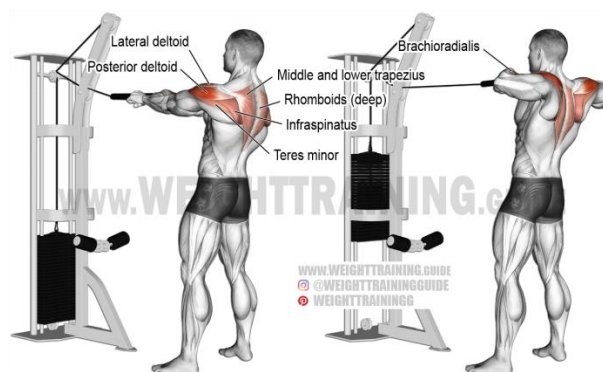
Exercici:

Com es mostra a la figura, aquest consisteix en estirar del tirador flexible ambdues mans, on la posició inicial de la trajectòria està uns centímetres per sobre del cap i el més horitzontal possible fins arribar amb les mans a l'alçada del pit.

Músculs que intervenen:

Principals: deltoides posteriors, trapezis i bíceps

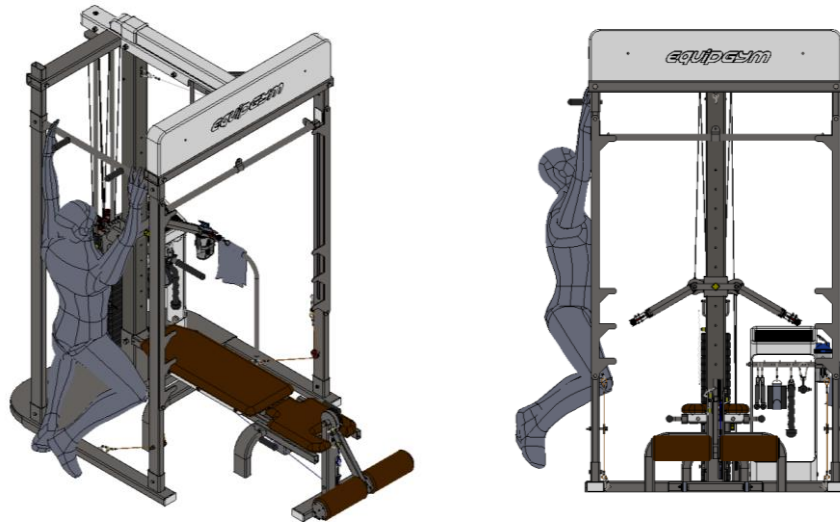
Secundaris: ND



Font 49. <https://weighttraining.guide/wp-content/uploads/2017/12/Rear-delt-push.png>

Figura 49. Rear Delt Push

4.2.6. Pull-Up & Chin-Up



Font 50. Elaboració pròpia

Figura 50. EquipGym en posició Pull-Up & Chin-Up

Preparació:

En aquest cas no cal posicionar cap element mòbil de la maquina, ja que aquest exercici es realitza únicament amb la barra lateral que duu la maquina.

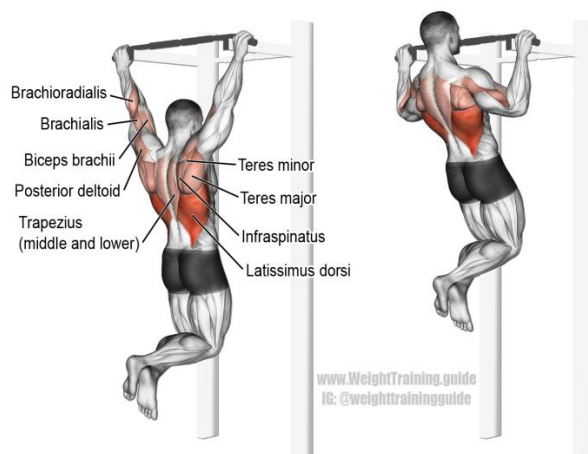
Exercici:

Aquest exercici consisteix en agafant-se amb les mans a la barra lateral de la maquina, s'ha d'aixecar el propi pes del cos, depenent de la posició de les mans amb la barra l'exercici serà un **pull-up** o **chin-up**.

Músculs que intervenen:

Principals: dorsals, bíceps

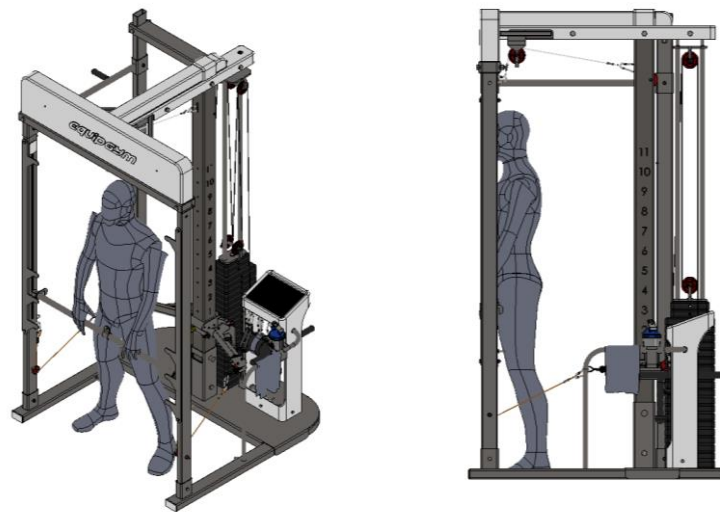
Secundaris: trapezis, rodons, deltoïdes, supinador llarg, abdominals



Font 51. <https://weighttraining.guide/wp-content/uploads/2016/10/pull-up.png>

Figura 51. Pull-Up & Chin-Up

4.2.7. Upright Row



Font 52. Elaboració pròpia

Figura 52. EquipGym en posició *Upright Row*

Preparació:

1. Col·locar el posicionador en el punt 0
2. Col·locar els braços del posicionador en posició 0.
3. Retirar el banc de la màquina.
4. Unir els cables color taronja per un extrem al posicionador i per l'altre a la barra horitzontal.

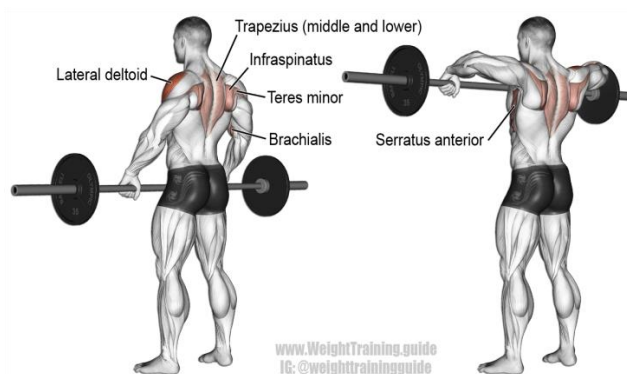
Exercici:

Aquest exercici consisteix en col·locar-se en la posició mostrada a la figura i partint de la posició del maluc aixecar la barra horitzontal fins a arribar a la alçada del pit ambdues mans.

Músculs que intervenen:

Principals: deltoides, trapezis i bíceps

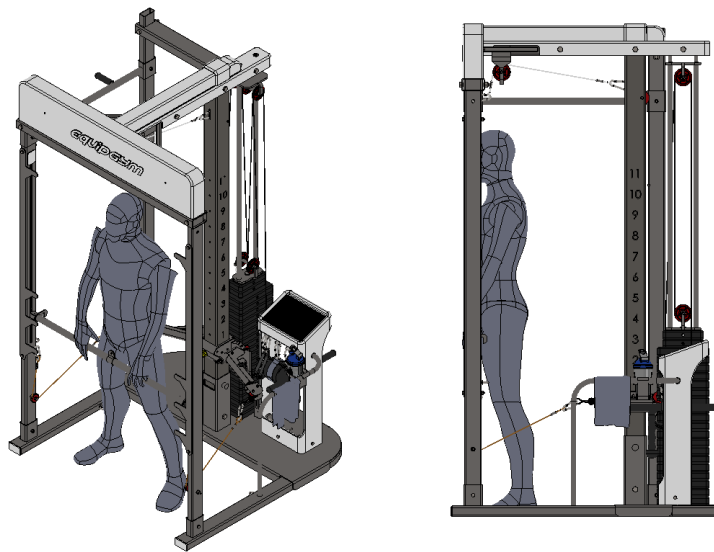
Secundaris: ND



Font 53. <https://weighttrainingguide/wp-content/uploads/2016/05/Upright-Row.png>

Figura 53. Upright Row

4.2.8. Shrugs



Font 54. Elaboració pròpia
Figura 54. EquipGym en posició Shrugs

Preparació:

1. Col·locar el posicionador en el punt 0.
2. Col·locar els braços del posicionador en posició 0.
3. Retirar el banc de la màquina.
4. Unir els cables color taronja per un extrem al posicionador i per l'altre a la barra horitzontal.

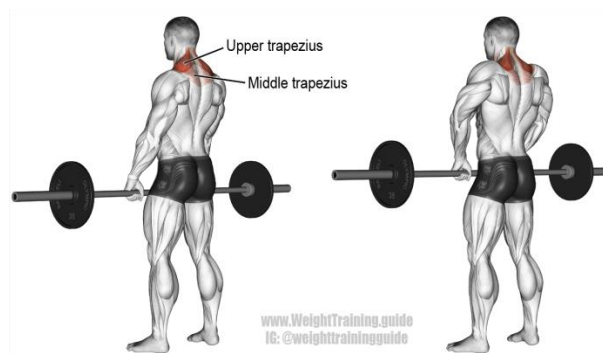
Exercici:

Aquest exercici consisteix en col·locar-se en la posició mostrada a la figura i partint de la posició del maluc aixecar la barra horitzontal ambdues mans sense doblegar els braços d'aquesta manera es treballa l'espatlla.

Músculs que intervenen:

Principals: trapezis i deltoides posteriors

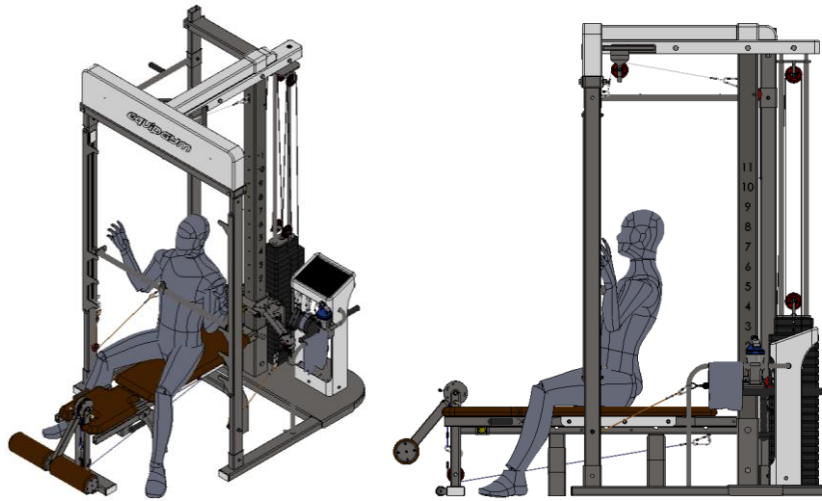
Secundaris: supinador llarg i avantbraç



Font 55. <https://gym.training/wp-content/uploads/2018/10/Barbell-Shrug.png>

Figura 55. Shrugs

4.2.9. Military Press



Font 56. Elaboració pròpia
Figura 56. EquipGym en posició *Military Press*

Preparació:

1. Col·locar mecanisme posicionador en la posició 0.
2. Unir els cables inferiors (taronja) per un extrem al mecanisme posicionador per un extrem i per l'altre a la barra guiada.
3. Col·locar el banc en posició totalment horitzontal.

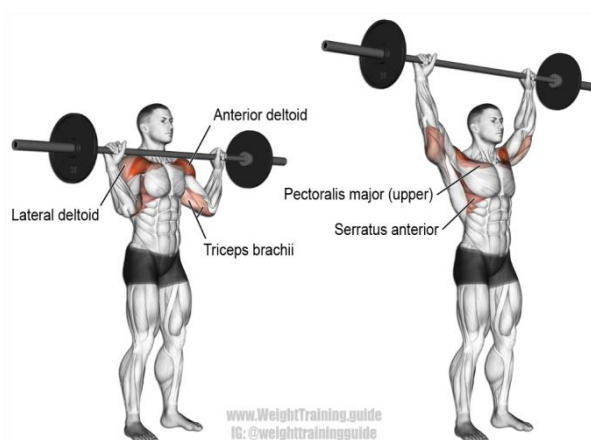
Exercici:

Aquest exercici consisteix en posició assegut de forma natural, aixecar la barra cap amunt per sobre el cap.

Músculs que intervenen:

Principals: deltoides

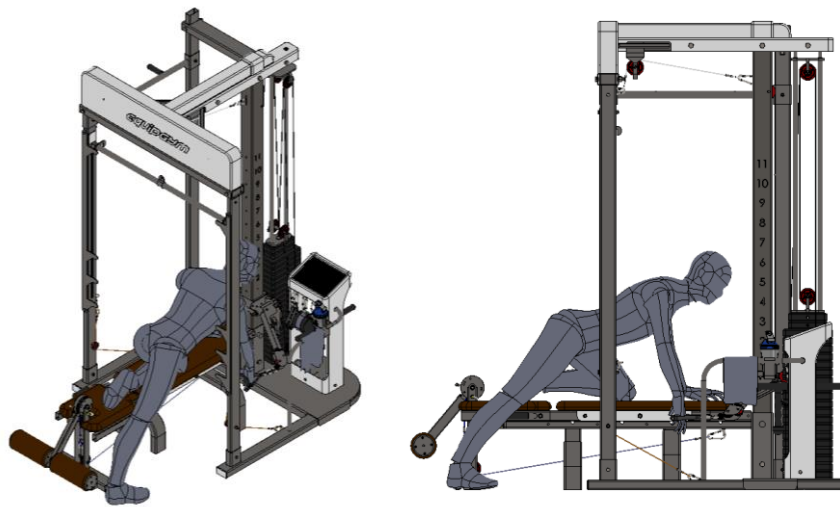
Secundaris: trapezis inferiors i superiors, tríceps, pectoral inferior i superior i serrats



Font 57. <https://weighttraining.guide/wp-content/uploads/2016/10/military-press.png>

Figura 57. Military Press

4.2.10. One Arm Row



Font 58. Elaboració pròpia

Figura 58. EquipGym en posició *One Arm Row*

Preparació:

1. Col·locar el posicionador en el punt 0.
2. Col·locar els braços en la posició -1.
3. Col·locar el banc en la posició A1.
4. Unir els tiradors amb els cables de color negre.

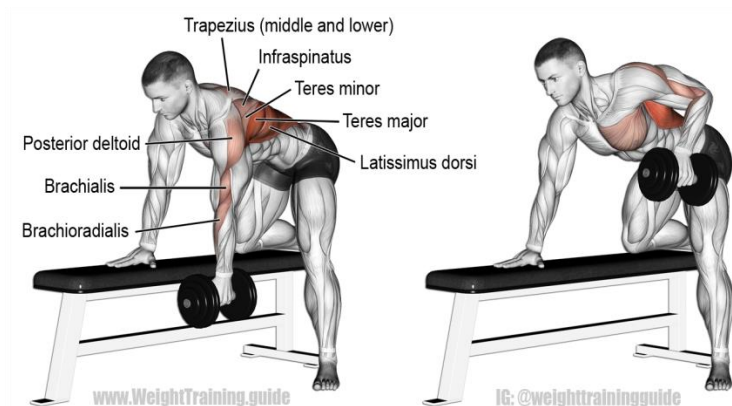
Exercici:

Col·locar-se en posició inclinada amb el genoll i la ma del mateix costat sobre el banc, cal estirar del tirador cap amunt fent rotar l'espatlla amb el braç paral·lelament amb l'eix vertical del cos fins que la ma arribi a la mateixa alçada que l'esquena.

Músculs que intervenen:

Principals: dorsal i rodó

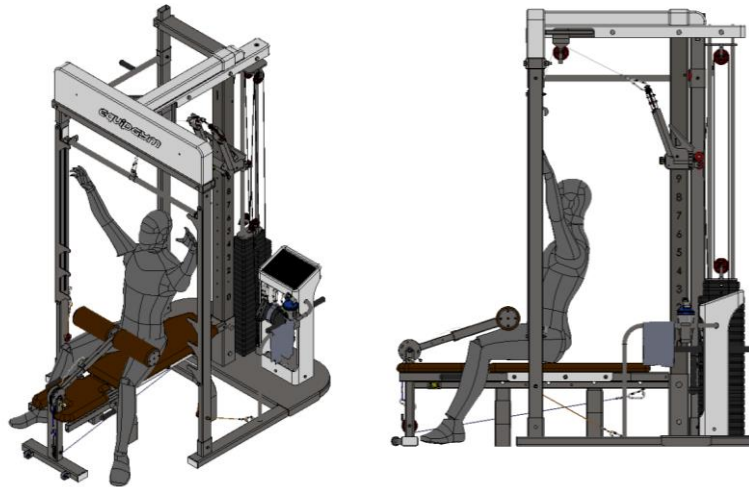
Secundaris: trapezis, bíceps i supinador llarg



Font 59. <https://weighttraining.guide/wp-content/uploads/2016/10/one-arm-row.png>

Figura 59. One Arm Row

4.2.11. Lat Pull-Down



Font 60. Elaboració pròpia

Figura 60. EquipGym en posició *Lat Pull Down*

Preparació:

1. Posicionador en posició 10 amb braços en posició vertical cap amunt.
2. Unir els cables de color blanc a l'extrem del braços per un extrem i a la barra per l'altre.
3. Col·locar el banc en posició totalment horitzontal.
4. Col·locar el mecanisme de cames sobre els quàdriceps i fixar-lo.

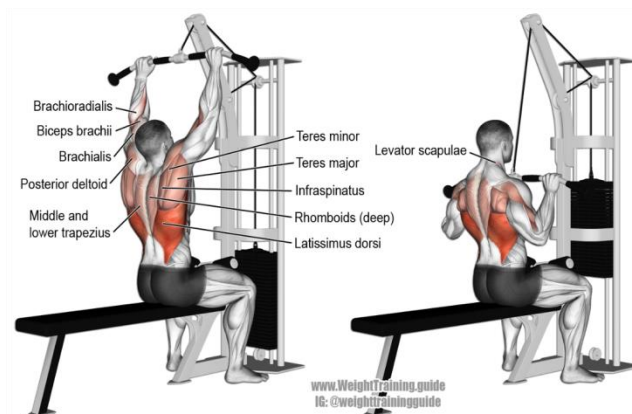
Exercici:

Aquest exercici consisteix en la posició de la figura, agafar la barra amb dues mans i tirar cap avall, aquest exercici es pot realitzar baixant la barra cap al pit o bé per darrera del cap fins arribar al clatell.

Músculs que intervenen:

Principals: dorsals i rodons

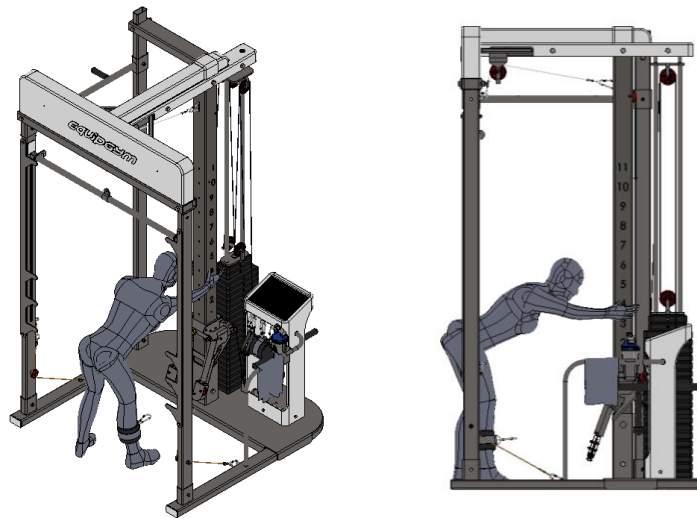
Secundaris: trapezis i deltoides posteriors



Font 61. <https://weighttrainingguide/wp-content/uploads/2017/01/Lat-pull-down.png>

Figura 61. Lat Pull-Down

4.2.12. Glute Kickback



Font 62. Elaboració pròpia

Figura 62. EquipGym en posició *Glute Kickback*

Preparació:

1. Col·locar el posicionador en el punt 0.
2. Col·locar els braços completament del posicionador en el punt -3.
3. Retirar el banc en cas de estar col·locat.
4. Unir els tirador de cinturó a les cames i als cables negres del posicionador.

Exercici:

Aquest exercici consisteix en posició vertical mirant cap a la màquina i amb els tiradors tipus cinturó tibar amb les cames els tiradors cap enrere.

Músculs que intervenen:

Principals: glutis

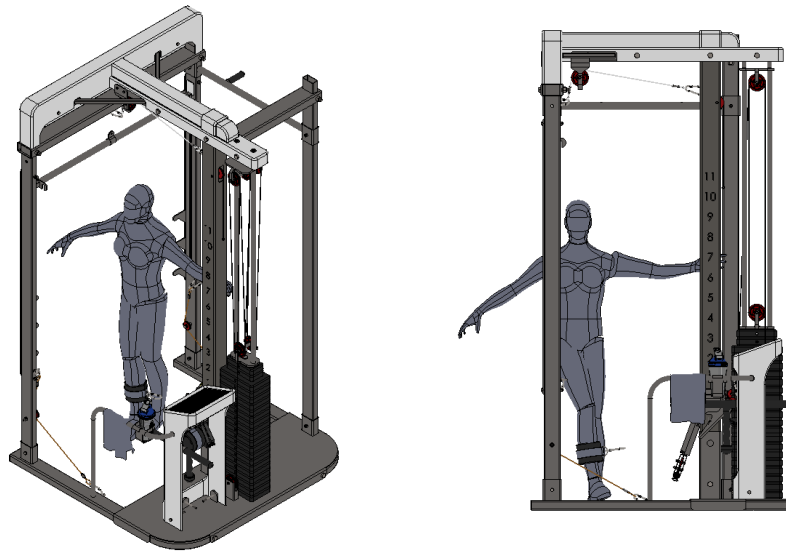
Secundaris: bíceps femoral



Font 63. <https://weighttraining.guide/wp-content/uploads/2017/07/hip-extension.png>

Figura 63. Glute Kick-Back

4.2.13. Hip Adduction



Font 64. Elaboració pròpia

Figura 64. EquipGym en posició Hip Adduction

Preparació:

1. Col·locar el posicionador en el punt 0.
2. Col·locar els braços completament del posicionador en el punt -3.
3. Retirar el banc en cas de estar col·locat.
4. Unir els tirador de cinturó a les cames i als cables negres del posicionador.

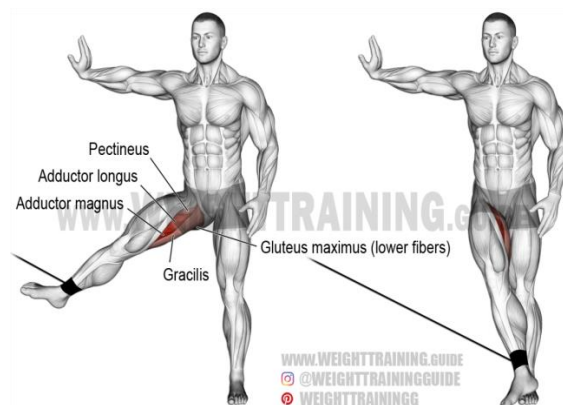
Exercici:

Al igual que l'anterior, aquest exercici es bastant semblant, amb la diferencia de que el moviment de la cama en comptes de ser cap a darrera, en aquest cas el moviment es lateral, partint de la posició de repòs (figura) fins a obrir el màxim possible les cames.

Músculs que intervenen:

Principals: abductors i glutis.

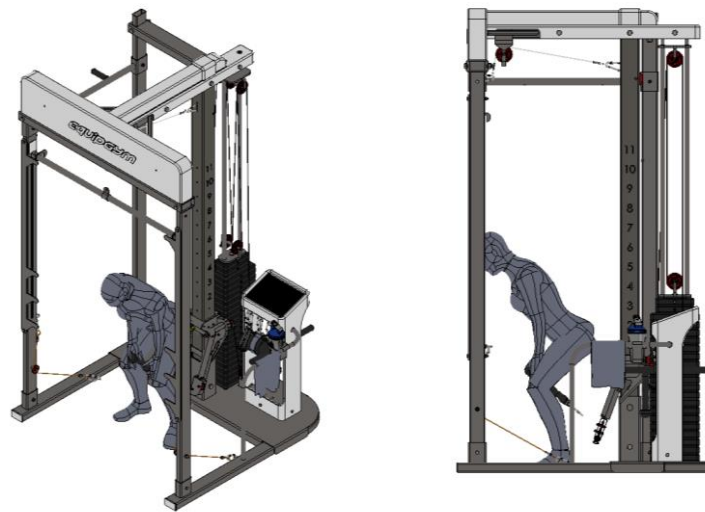
Secundaris: quàdriceps.



Font 65. <https://weighttraining.guide/wp-content/uploads/2017/12/Cable-Hip-Adduction-2.png>

Figura 65. Hip Adduction

4.2.14. Pull-Throughts



Font 66. Elaboració pròpia

Figura 66. EquipGym en posició *Pull-Throughts*

Preparació:

1. Col·locar el posicionador en el punt 0.
2. Col·locar els braços completament del posicionador en el punt -3.
3. Retirar el banc en cas de estar col·locat.
4. Unir els tirador flexible i als cables negres del posicionador.

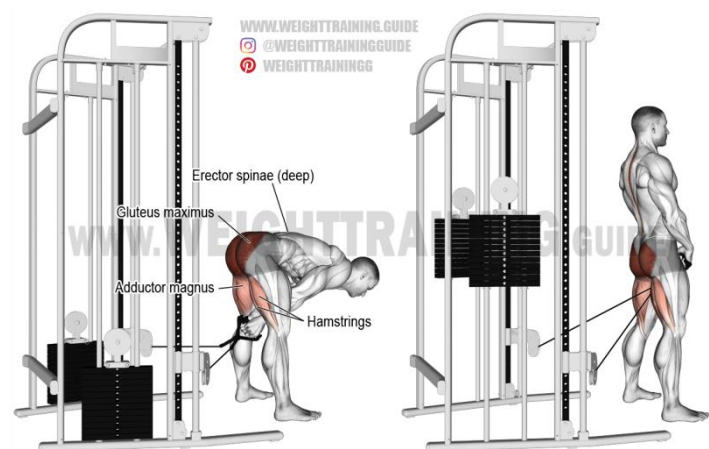
Exercici:

En posició mig inclinat amb les cames flexionades i mirant cap en fora de la maquina, s'ha de tirar del tirador des de entre les cames cap endavant.

Músculs que intervenen:

Principals: glutis

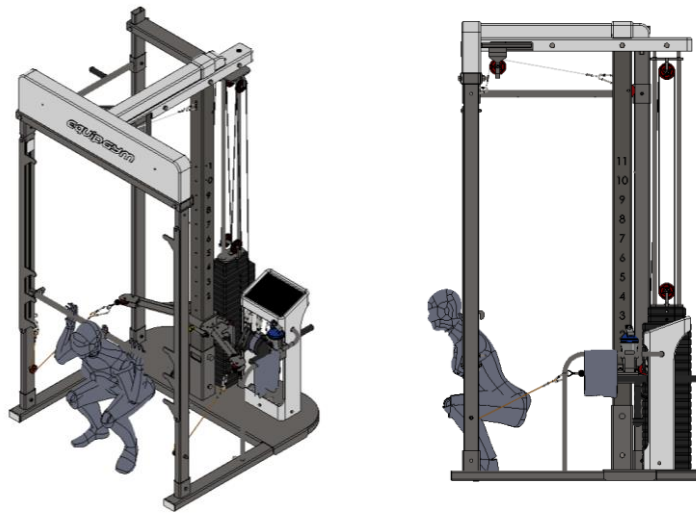
Secundaris: bíceps femoral, abductors i bessons



Font 67. <https://weighttraining.guide/wp-content/uploads/2017/08/pull-through.png>

Figura 67. Pull-Through

4.2.15. Squats



Font 68. Elaboració pròpia
Figura 68. EquipGym en posició Squats

Preparació:

1. Col·locar el posicionador en el punt 0.
2. Col·locar els braços completament del posicionador en el punt -3.
3. Retirar el banc en cas de estar col·locat.
4. Unir la barra horitzontal i als cables negres del posicionador.

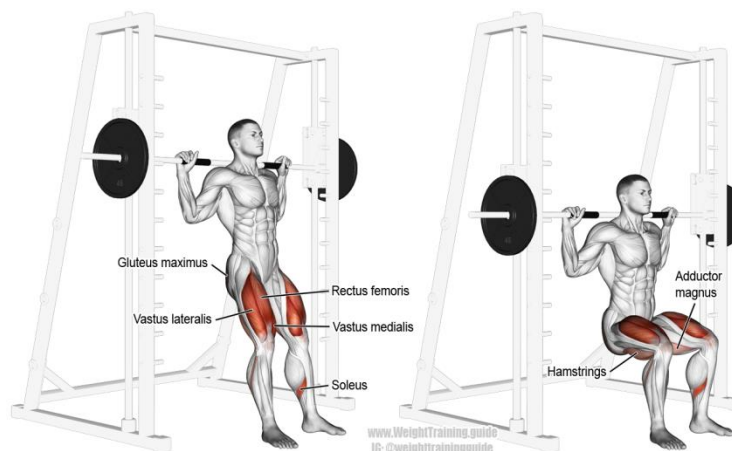
Exercici:

Aquest exercici consisteix en partir inicialment en la posició de ajupit i les cames juntes, amb les mans i la barra a la zona del clatell pujar i baixar sent força amb les cames.

Músculs que intervenen:

Principals: quàdriceps i glutis

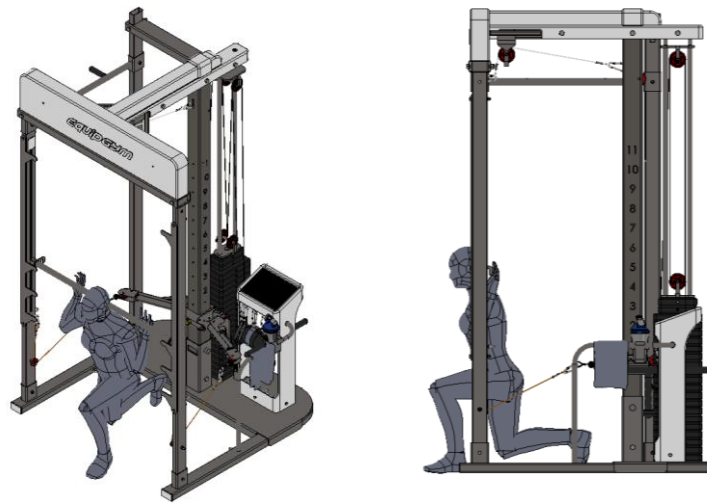
Secundaris: bíceps femoral, abductors, bessons, dorsals, oblics i serrats



Font 69. <https://weighttraining.guide/wp-content/uploads/2017/01/smith-chair-squat.png>

Figura 69. Squats

4.2.16. Lunges



Font 70. Elaboració pròpia

Figura 70. EquipGym en posició Lunges

Preparació:

1. Col·locar el posicionador en el punt 0.
2. Col·locar els braços completament del posicionador en el punt 0.
3. Retirar el banc en cas de estar col·locat.
4. Unir la barra horitzontal i als cables negres del posicionador.

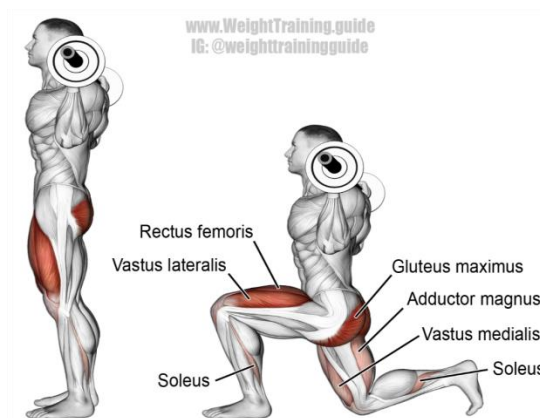
Exercici:

Aquest exercici consisteix en partir inicialment en la posició de ajupit i les cames una davant de l'altre, amb les mans i la barra a la zona del clatell pujar i baixar sent força amb les cames

Músculs que intervenen:

Principals: quàdriceps i glutis

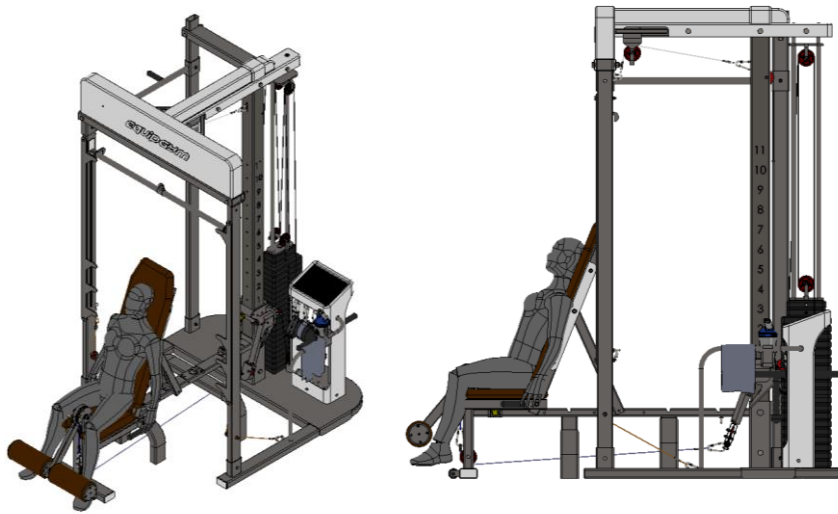
Secundaris: bíceps femoral i bessons



Font 71. <https://weighttraining.guide/wp-content/uploads/2016/10/Barbell-Lunge.png>

Figura 71. Lunges

4.2.17. Legs Extension



Font 72. Elaboració pròpia

Figura 72. EquipGym en posició Leg Extensions

Preparació:

1. Mecanisme posicionador al punt **0** amb braços en posició **0**.
2. Seient en la posició **E**.
3. Unir el cable de color **blau** per un extrem al posicionador i per l'altre a l'accessori per realitzar els exercicis de quàdriceps.
4. Col·locar l'accessori en posició vertical cap a baix.

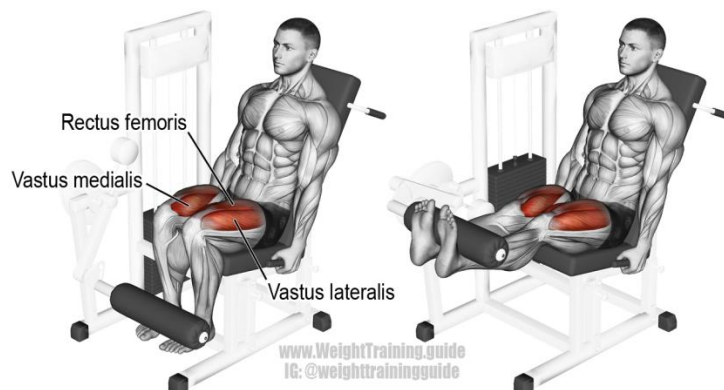
Exercici:

Aquest exercici consisteix en aixecar la barra amb les cames (zona tibial) fins a estendre-les completament, de manera que la posició de repòs és amb les cames a 90° i s'ha d'intentar arribar fins als 180°.

Músculs que es treballen:

Principals: quàdriceps

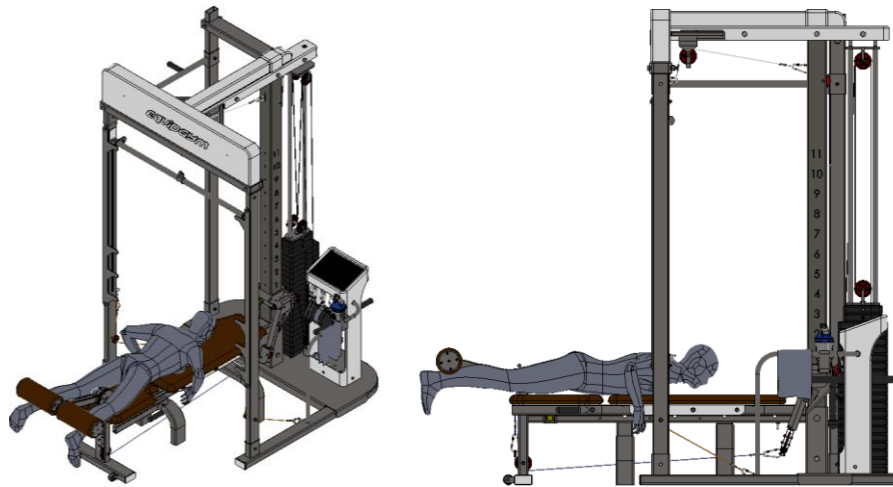
Secundaris: ND



Font 73. <https://weighttraining.guide/wp-content/uploads/2016/05/leg-extension.png>

Figura 73. Legs Extension

4.2.18. Leg Curl



Font 74. Elaboració pròpia
Figura 74. EquipGym en posició Leg Curl

Preparació:

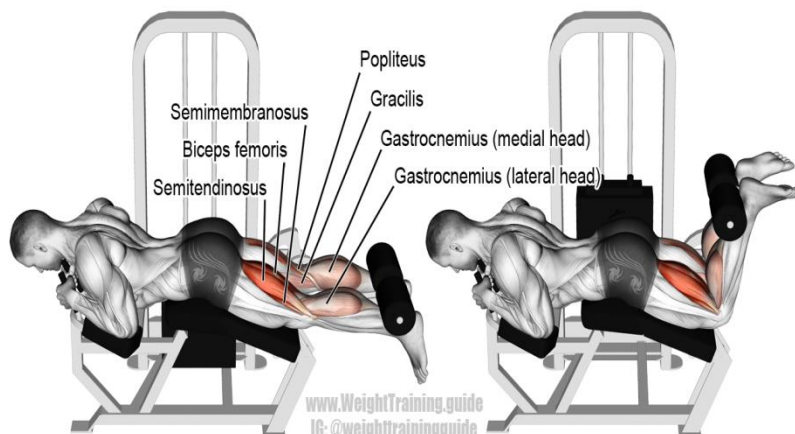
5. Posicionador en posició 0 i braços en posició 0.
6. Banc completament horitzontal.
7. Accessori quàdriceps en posició X.
8. Unir el cable blau al posicionador i a l'accessori.

Exercici:

Aquest exercici consisteix en fer arribar l'accessori des de la posició inicial fins als glutis aplicant la força amb les cames (zona bessons).

Músculs que intervenen:

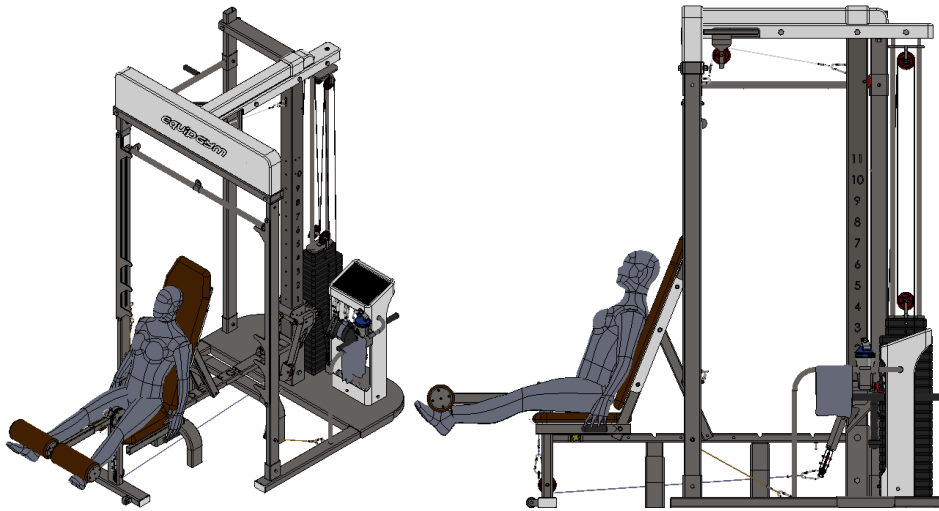
Principals: bíceps femoral i bessons
Secundaris: glutis, quàdriceps i tibials



Font 75. <https://weighttraining.guide/wp-content/uploads/2016/10/leg-curl.png>

Figura 75. Leg Curl

4.2.19. Tibialis Raise



Font 76. Elaboració pròpia

Figura 76. EquipGym en posició Tibialis Raise

Preparació:

1. Mecanisme posicionador al punt 0
2. Braços del posicionador en el punt 0.
3. Seient en la posició AE.
4. Unir el cable de color blau per un extrem al posicionador i per l'altre a l'accessori de cames.

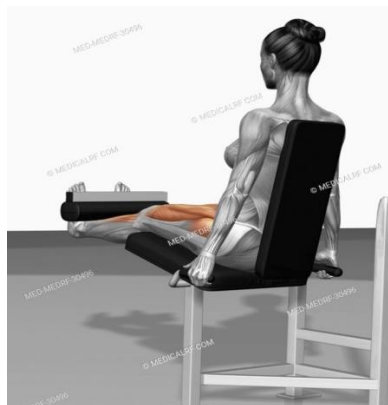
Exercici:

Aquest exercici consisteix en col·locar l'empenya del peu per sota cilindre i fer força cap amunt per tal de treballar la zona tibial.

Músculs que intervenen:

Principals: tibials

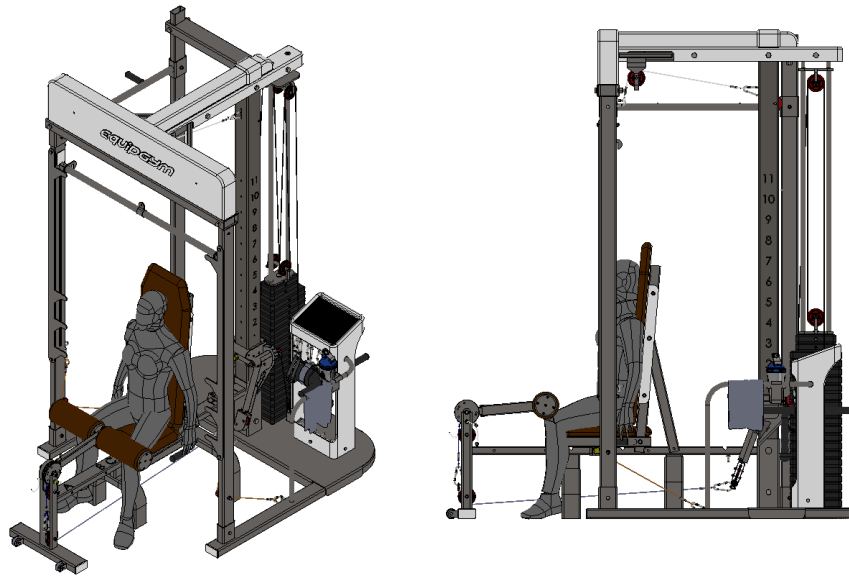
Secundaris: quàdriceps i bessons



Font 77. <https://previews.agefotostock.com/previewimage/medibigoff/med-medrf-30496.jpg>

Figura 77. Tibialis Raise

4.2.20. Calf Raise



Font 78. Elaboració pròpia

Figura 78. EquipGym en posició Calf Raise

Preparació:

1. Mecanisme posicionador al punt 0
2. Braços del posicionador en el punt 0.
3. Seient en la posició DG.
4. Unir el cable de color blau per un extrem al posicionador i per l'altre a l'accessori de cames.
5. Col·locar el cilindre per treballar sobre els genolls.

Exercici:

Aquest exercici consisteix en fer pujar el cilindre que es col·loca a sobre els genolls, d'aquesta manera es fa treballar els bessons.

Músculs que intervenen:

Principals: bessons

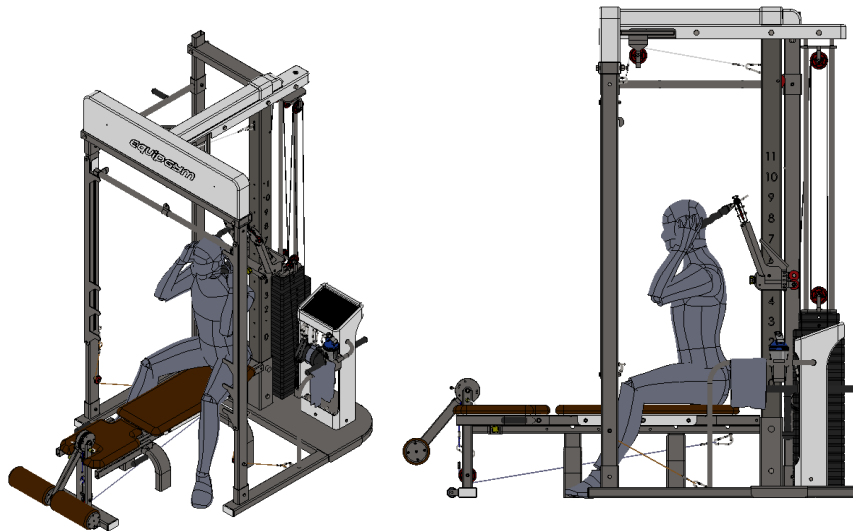
Secundaris: ND



Font 79. <https://weighttraining.guide/wp-content/uploads/2016/10/Calf-Raise.png>

Figura 79. Calf Raise

4.2.21. Abdominal Crunch



Font 80. Elaboració pròpia

Figura 80. EquipGym en posició Abdominal Crunch

Preparació:

1. Mecanisme posicionador al punt 5
2. Braços del posicionador en el punt +3.
3. Seient en la posició A1.
4. Unir el tirador flexible als cables negres del posicionador.

Exercici:

Aquest exercici consisteix en agafar el tirador flexible ambdues mans i passant les mans a cada costat del coll realitzar la acció de inclinar-se endavant.

Músculs que intervenen:

Principals: abdominals i oblics

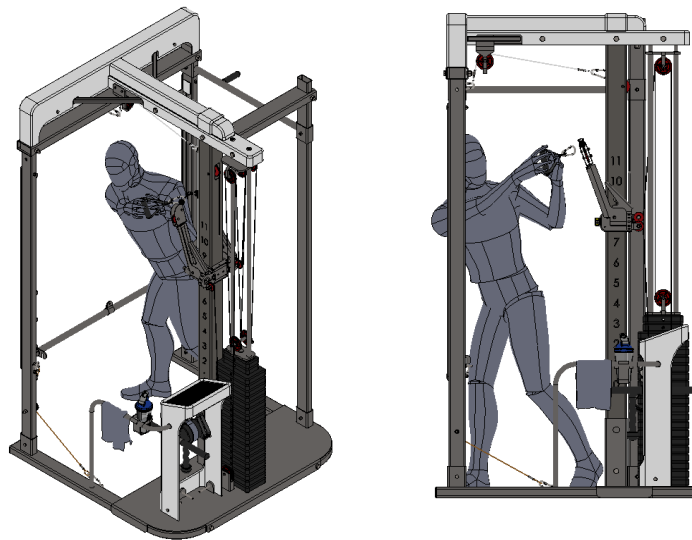
Secundaris: ND



Font 81. <https://weighttraining.guide/wp-content/uploads/2016/12/abdominal-crunch.png>

Figura 81. Abdominal Crunch

4.2.22. Wood-Chop



Font 82. Elaboració pròpia

Figura 82. EquipGym en posició Wood-Chop

Preparació:

1. Mecanisme posicionador al punt 8
2. Braços del posicionador en el punt +3.
3. Retirar el seient (en cas d'estar col·locat).
4. Unir el tirador convencional als cables negres del posicionador.

Exercici:

Aquest exercici consisteix en agafar el tirador ambdues mans i tirar d'aquest a mesura que amb el cos es realitza un moviment rotacional respecte d'eix vertical fins a arribar a col·locar les mans a l'alçada del maluc.

Músculs que intervenen:

Principals: oblics

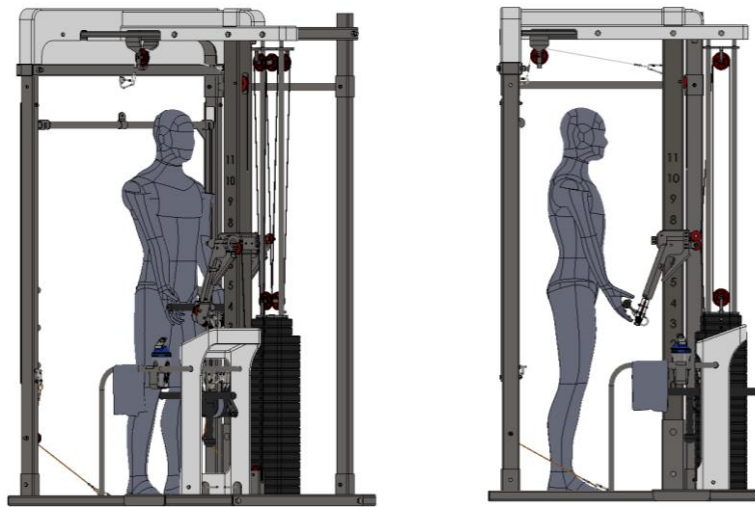
Secundaris: abductors i glutis



Font 83. <https://weighttraining.guide/wp-content/uploads/2017/06/Wood-chop.png>

Figura 83. Wood-Chop

4.2.23. Biceps Curl



Font 84. Elaboració pròpia

Figura 84. EquipGym en posició *Biceps Curl*

Preparació:

1. Mecanisme posicionador al punt 7
2. Braços del posicionador en el punt -3.
3. Retirar el seient (en cas d'estar col·locat).
4. Unir el tirador convencional als cables negres del posicionador.

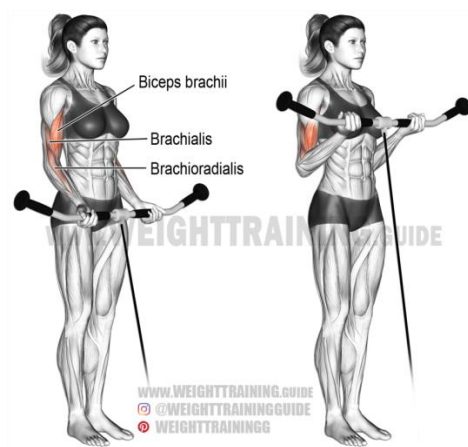
Exercici:

Aquest exercici consisteix en agafar el tirador ambdues mans i tirar d'aquest a mesura que amb el cos es realitza un moviment rotacional respecte d'eix vertical fins a arribar a col·locar les mans a l'alçada del maluc.

Músculs que intervenen:

Principals: bíceps

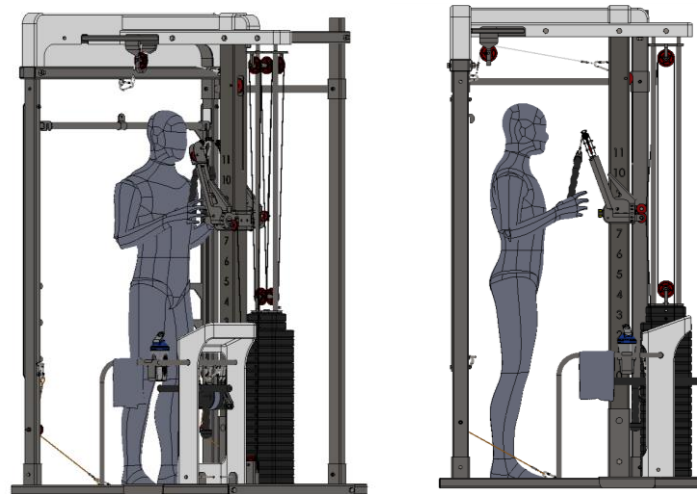
Secundaris: avantbraç



Font 85. <https://weighttraining.guide/wp-content/uploads/2017/08/Biceps-Curl.png>

Figura 85. Biceps Curl

4.2.24. Triceps Pushdowns



Font 86. Elaboració pròpia
Figura 86. EquipGym en posició *Triceps Pushdowns*

Preparació:

1. Mecanisme posicionador al punt 8
2. Braços del posicionador en el punt +3.
3. Retirar el seient (en cas d'estar col·locat).
4. Unir el tirador flexible als cables negres del posicionador.

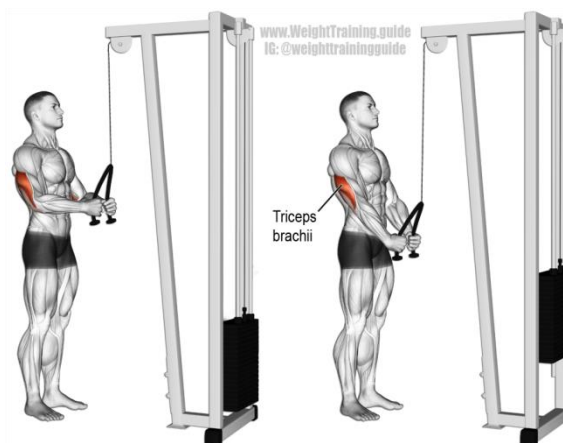
Exercici:

Aquest exercici consisteix en agafar el tirador flexible ambdues mans i tirar d'aquest de manera vertical començant el recorregut a l'alçada que es mostra a la figura fins arribar a l'alçada del maluc.

Músculs que intervenen:

Principals: tríceps

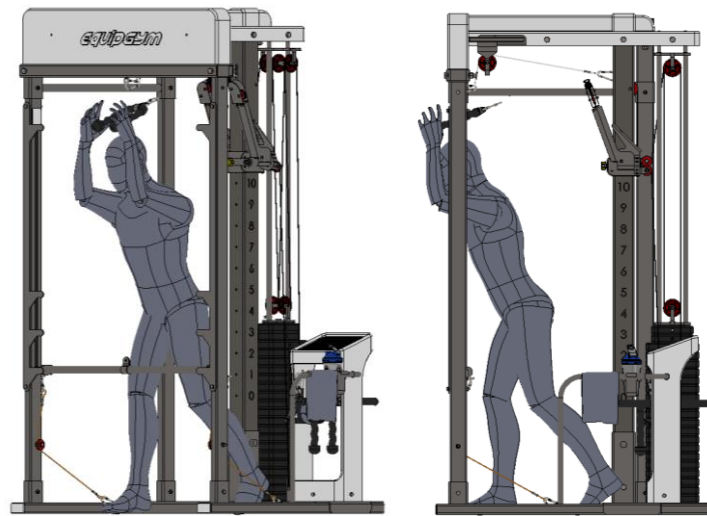
Secundaris: deltoïdes anteriors, deltoïdes mitjans i avantbraços



Font 87. <https://weighttraining.guide/wp-content/uploads/2016/05/Triceps-Rope-Push-down.png>

Figura 87. Triceps Pushdowns

4.2.25. Triceps Extensions



Font 88. Elaboració pròpia

Figura 88. EquipGym en posició *Triceps Extensions*

Preparació:

1. Mecanisme posicionador al punt 11
2. Braços del posicionador en el punt +3.
3. Retirar el seient (en cas d'estar col·locat).
4. Unir el tirador flexible als cables negres del posicionador.

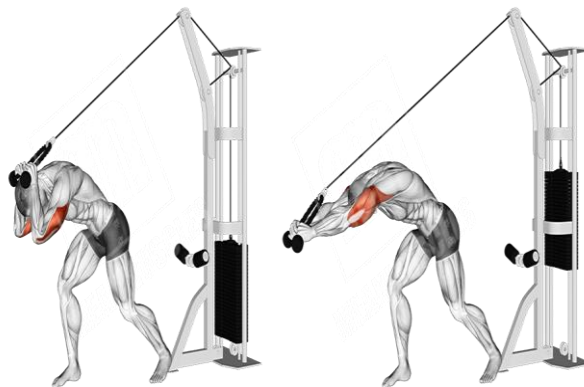
Exercici:

Aquest exercici consisteix en agafar el tirador flexible ambdues mans i tirar d'aquest de manera semi horitzontal començant el recorregut a l'alçada que es mostra a la figura, per sobre del cap fins estendre els braços completament.

Músculs que intervenen:

Principals: tríceps

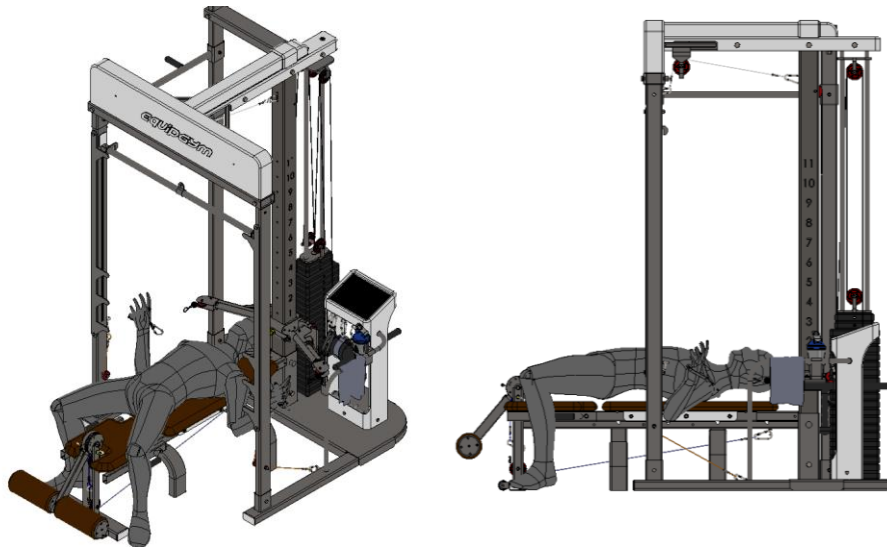
Secundaris: deltoïdes anteriors, deltoïdes mitjans i avantbraços



Font 89. <https://www.meanmuscles.com/wp-content/uploads/2018/03/triceps-extension.png>

Figura 89. Triceps extension

4.2.26. Pec Deck Flys



Font 90. Elaboració pròpia

Figura 90. EquipGym en posició Pec Deck Flys

Preparació:

1. Mecanisme posicionador al punt 0
2. Braços del posicionador en el punt 0.
3. Col·locar el seient en posició A1.
4. Unir els tiradors convencionals als cables negres del posicionador.

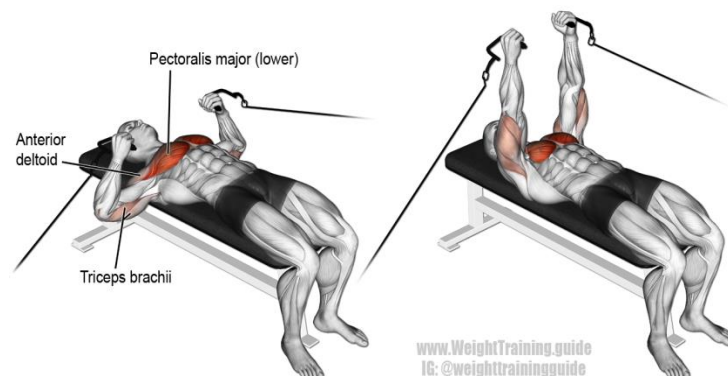
Exercici:

Aquest exercici es pot realitzar de dues maneres, tombat o be de peu, en aquest apartat explicarem el mètode tombat, on aquest consisteix en agafar els tiradors convencionals tirar de manera vertical començant el recorregut a l'alçada que es mostra a la figura fins estendre els braços completament.

Músculs que intervenen:

Principals: pectoral superior i pectoral inferior.

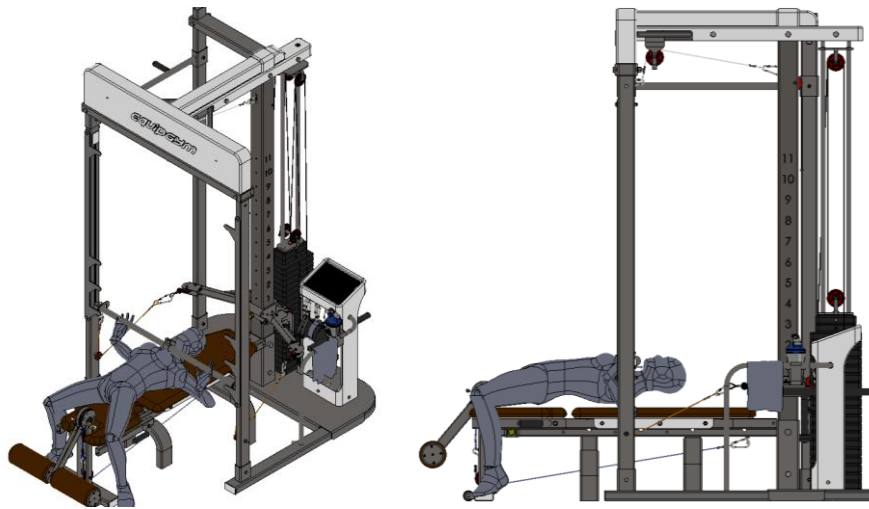
Secundaris: deltoides anteriors, deltoides mitjans, bíceps i serrats



Font 91. <https://weighttraining.guide/wp-content/uploads/2016/11/cable-bench-press.png>

Figura 91. Pec Deck Flys

4.2.27. Horizontal Bench Press



Font 92. Elaboració pròpia

Figura 92. EquipGym en posició Horizontal Bench Press

Preparació:

1. Mecanisme posicionador al punt 0
2. Braços del posicionador en el punt 0.
3. Col·locar el seient en posició A1.
4. Unir els cables verds amb els cables negres a la sortida del posicionador per un extrem i per l'altre a la barra horitzontal.

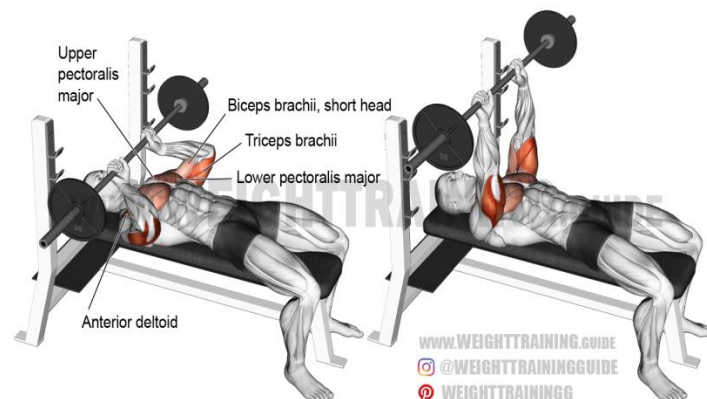
Exercici:

Aquest consisteix en agafar la barra horitzontal amb les dues mans de manera vertical aixecar-la fins a estendre els braços completament.

Músculs que intervenen:

Principals: pectoral superior i pectoral inferior

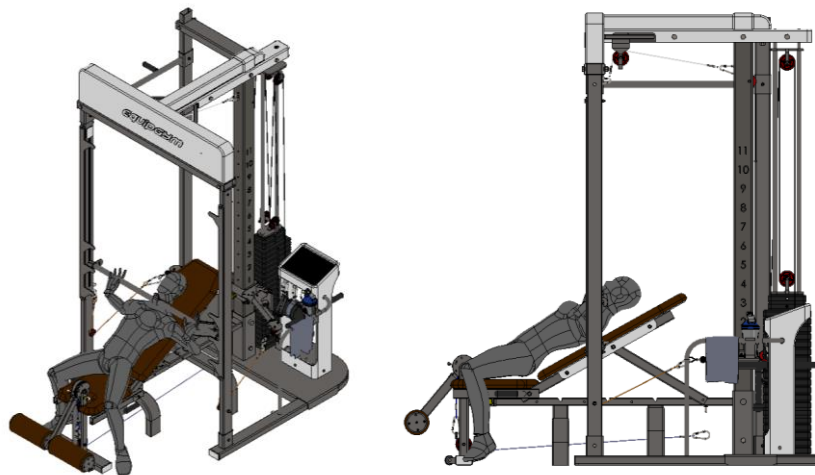
Secundaris: deltoides anteriors i tríceps



Font 93. <https://weighttraining.guide/wp-content/uploads/2018/11/Barbell-JM-press.png>

Figura 93. Horizontal Bench Press

4.2.28. Incline Bench Press



Font 94. Elaboració pròpia

Figura 94 EquipGym en posició *Incline Dumbbell Press*

Preparació:

1. Mecanisme posicionador al punt 0
2. Braços del posicionador en el punt 0.
3. Col·locar el seient en posició AH.
4. Unir els cables verds amb els cables negres a la sortida del posicionador per un extrem i per l'altre a la barra horitzontal.

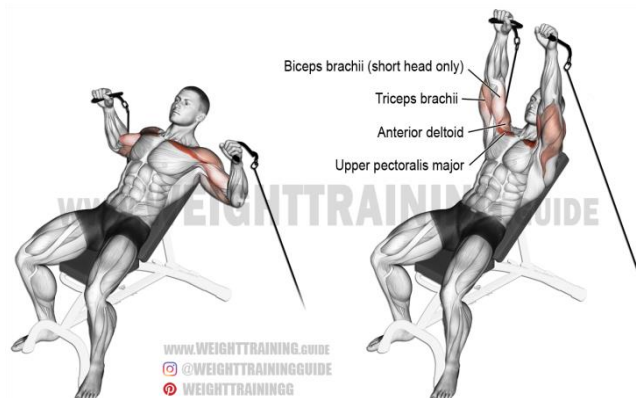
Exercici:

Mitjançant tiradors o una barra (en aquest cas), consta en aixecar els braços de manera vertical amb el banc en posició de 30° aproximats. D'aquesta manera el que ens permet es treballar la zona pectoral.

Músculs que intervenen:

Principals: pectoral superior

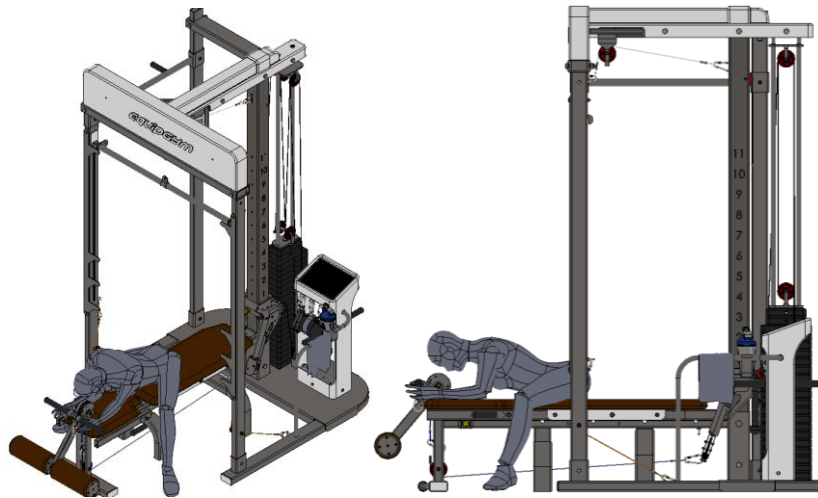
Secundaris: deltoides anteriors, tríceps i pectoral inferior.



Font 95. <https://weighttraining.guide/wp-content/uploads/2017/08/incline-bench-press.png>

Figura 95. Incline Dumbbell Press

4.2.29. Wrist & Forearms Curls



Font 96. Elaboració pròpia

Figura 96. EquipGym en posició *Forearms Curls*

Preparació:

1. Mecanisme posicionador al punt 0
2. Braços del posicionador en el punt -3.
3. Col·locar el seient en posició A1.
4. Unir els cables verds amb els cables negres a la sortida del posicionador per un extrem i per l'altre al tirador en T a la sortida del mecanisme de cames.

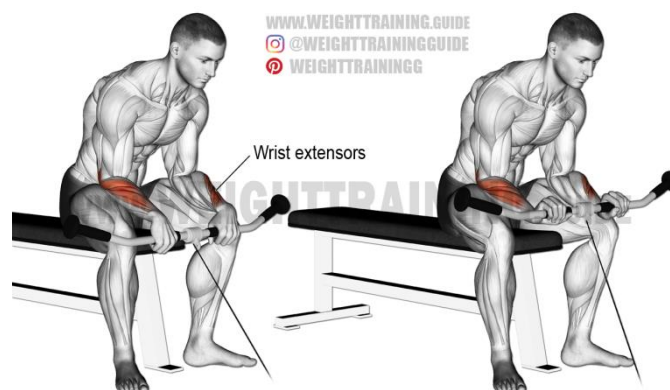
Exercici:

Mitjançant tirador en T des de la posició de treball de cames, cal estirar d'aquest amb els palmells de les mans cap amunt i així poder treballar l'avantbraç.

Músculs que intervenen:

Principals: avantbraç

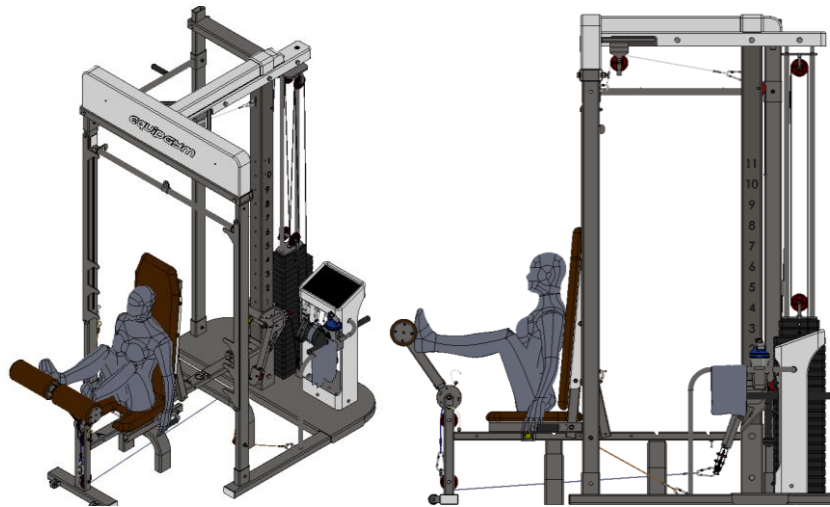
Secundaris: tríceps



Font 97. <https://weighttraining.guide/wp-content/uploads/2019/11/Cable-reverse-wrist-curl.png>

Figura 97. Wrist & Forearms Curls

4.2.30. Horizontal Leg Press



Font 98. Elaboració pròpia

Figura 98. EquipGym en posició Horizontal Leg Press

Preparació:

1. Mecanisme posicionador al punt 0
2. Braços del posicionador en el punt -3.
3. Col·locar el seient en posició A1.
4. Unir els cables verds amb els cables negres a la sortida del posicionador per un extrem i per l'altre al tirador en T a la sortida del mecanisme de cames.

Exercici:

Mitjançant tirador en T des de la posició de treball de cames, cal estirar d'aquest amb els palmells de les mans cap amunt i així poder treballar l'avantbraç.

Músculs que intervenen:

Principals: quàdriceps, glutis, bíceps femoral i bessons
Secundaris: ND

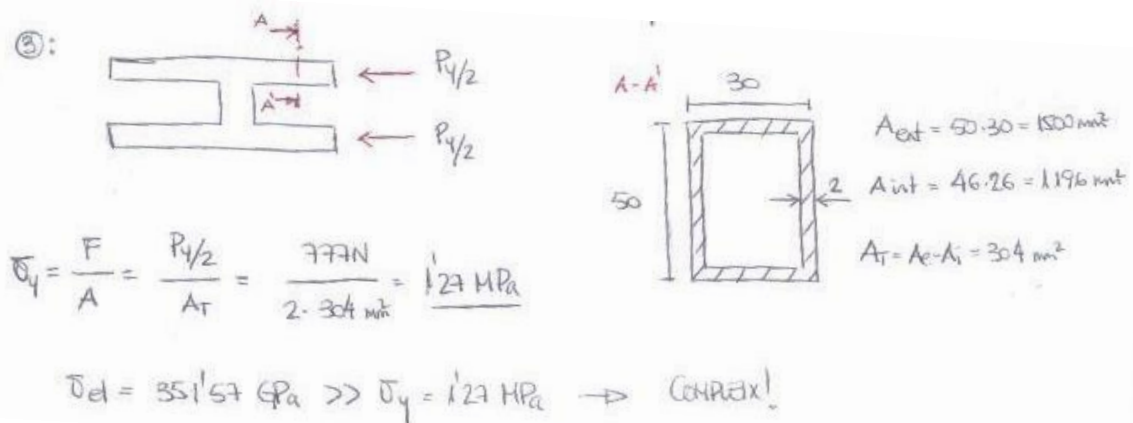
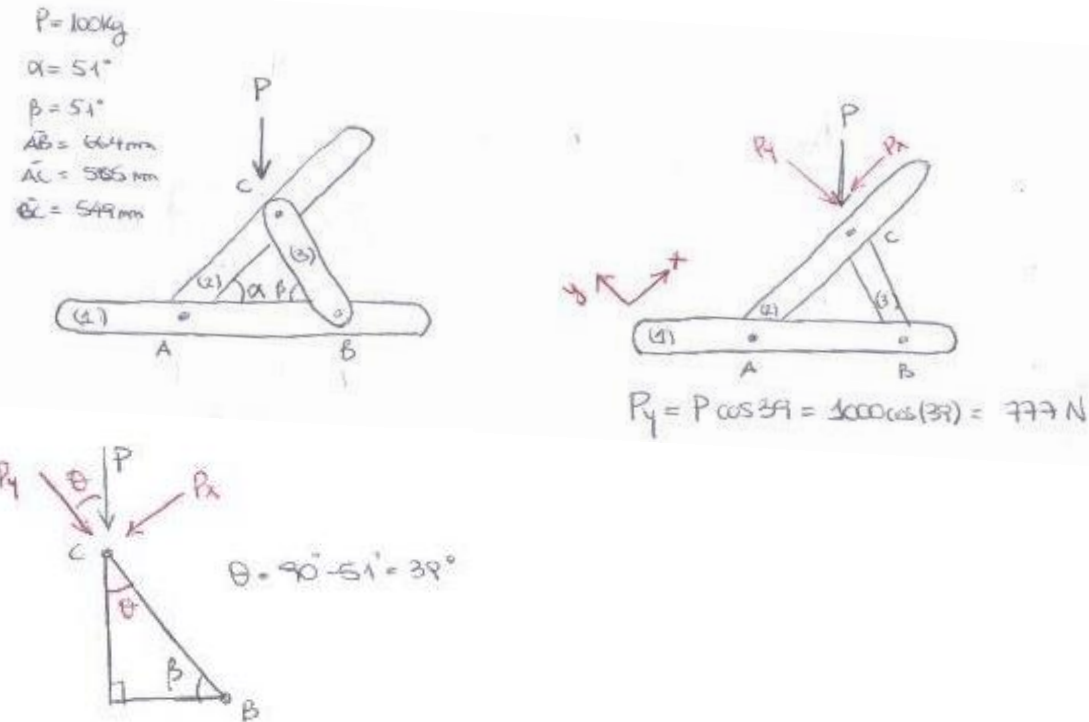


Font 99. <https://www.burnthefatinnercircle.com/members/images/1695c.jpg>

Figura 99. Horizontal Leg Press

5. Càlculs justificatius

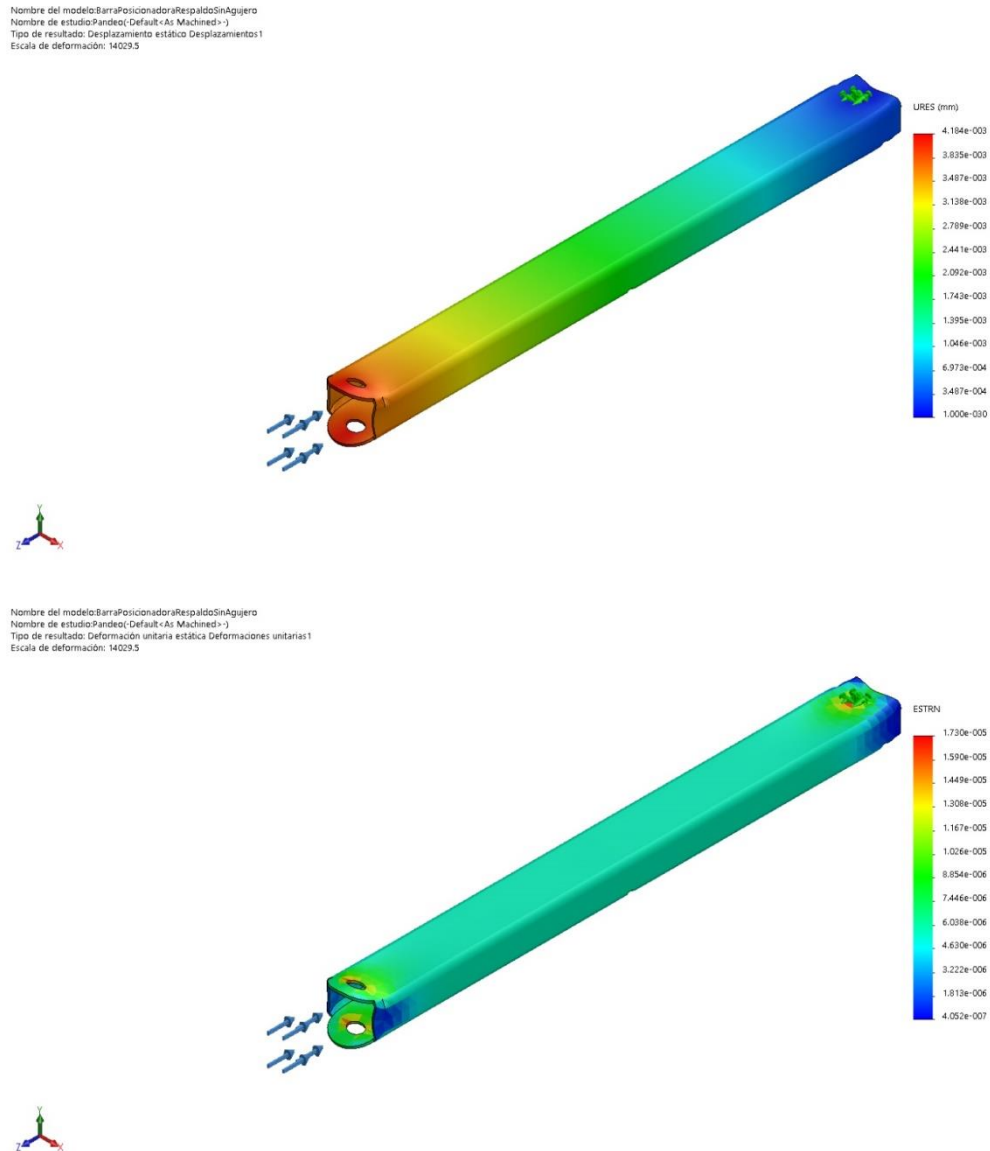
En aquest apartat es mostren tots els càlculs que s'han realitzat per tal de justificar el correcte disseny del producte. En un primer moment els càlculs es van realitzar de forma manual a partir de diagrames del cos lliure on poder descompondre les forces i trobant a continuació les tensions que s'aplicaven a la peça, que en aquest cas va ser la barra del posicionador de l'espàtller.



Tot hi haver comprovat que els càlculs manuals eren satisfactoris, vam optar per realitzar aquesta i la resta de simulacions amb el programa *SolidWorks*®, ja que aquest té en compte la geometria real de la peça i el càlcul exposat anteriorment es una simplificació.

5.1. Simulacions de càlculs finits

5.1.1. Barra del posicionador de l'espalller:



Font 100. Elaboració pròpia

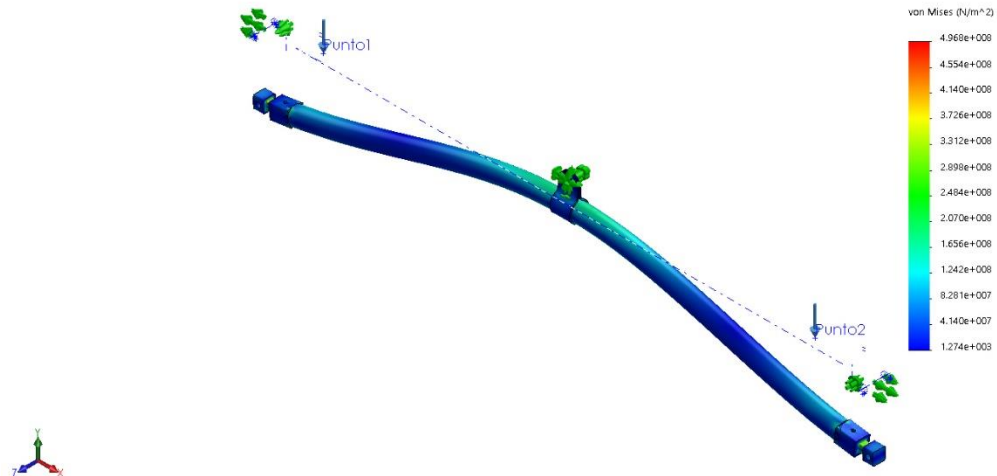
Figura 100. Tensions de Von Mises i Deformacions Unitàries de la barra posicionador espalller

En aquesta simulació el que es pretén és comprovar que la barra del posicionador de l'espalller sigui capaç de suportar el pes de qualsevol usuari s'assegui (100 kg).

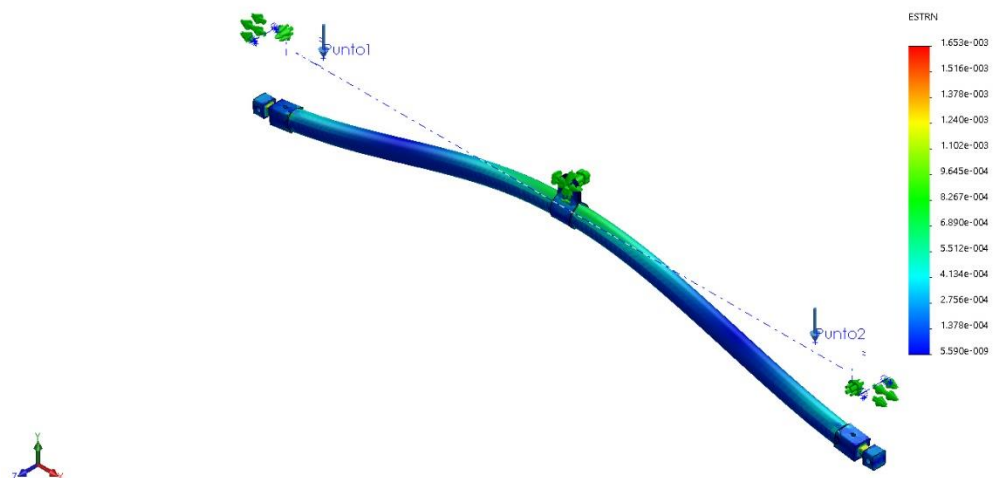
Els resultats indiquen que la barra en qüestió es capaç de suportar els esforços i la deformació d'aquesta es mínima.

5.1.2. Barra guiada (Lat Pull Down):

Nombre del modelo: EnsamblePressBarcaa
Nombre de estudio: LatPullDown(-Predeterminado-)
Tipo de resultado: Análisis estático tensión nodal Tensiones1
Escala de deformación: 31.0638



Nombre del modelo: EnsamblePressBarcaa
Nombre de estudio: LatPullDown(-Predeterminado-)
Tipo de resultado: Deformación unitaria estática Deformaciones unitarias1
Escala de deformación: 31.0638



Font 101. Elaboració pròpia

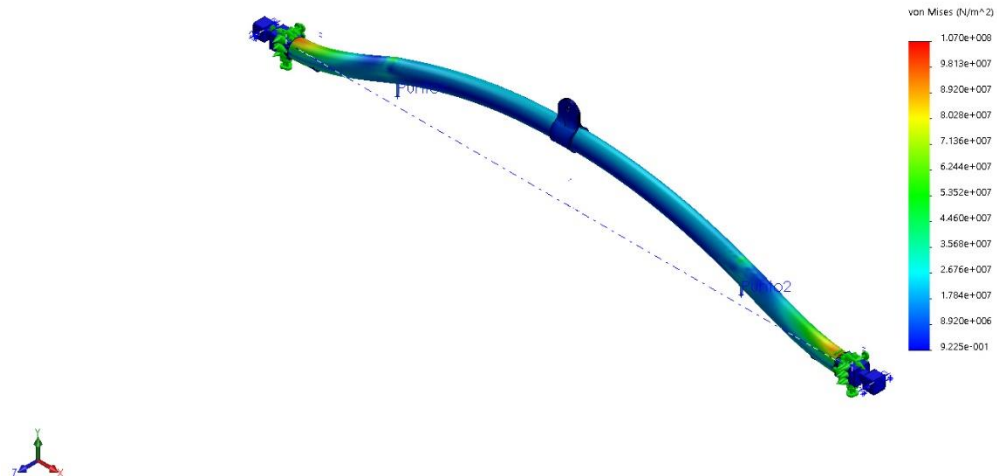
Figura 101. Tensions de Von Misses i Deformacions Unitàries en Lat Pull Down

Aquesta simulació fa referència a la barra guiada, però en el cas de l'exercici *Lat Pull Down*, aquest exercici consta en estirar la barra cap avall, per tant la subjecció a les peces es troba a la part central de la barra i l'esforç amb les mans es realitza des dels extrems.

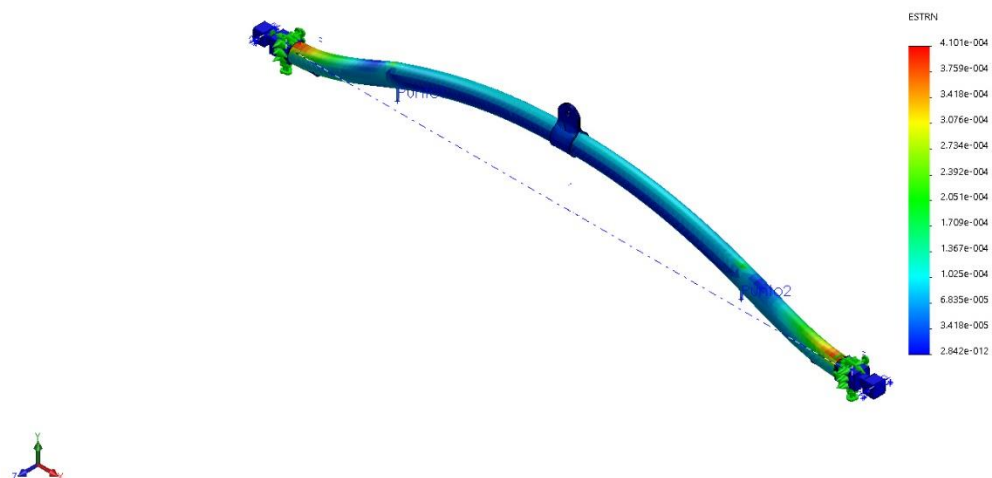
Els resultats indiquen que la barra es capaç de suportar els esforços (200kg) i la deformació d'aquesta es mínima.

5.1.3. Barra guiada (Bench Press):

Nombre del modelo: EnsamblePress: Banca
Nombre de estudio: BenchPress (Predeterminado)
Tipo de resultado: Análisis estático tensión nodal Tensiones1
Escala de deformación: 161.854



Nombre del modelo: EnsamblePress: Banca
Nombre de estudio: BenchPress (Predeterminado)
Tipo de resultado: Deformación unitaria estática Deformaciones unitarias1
Escala de deformación: 161.854



Font 102. Elaboració pròpia

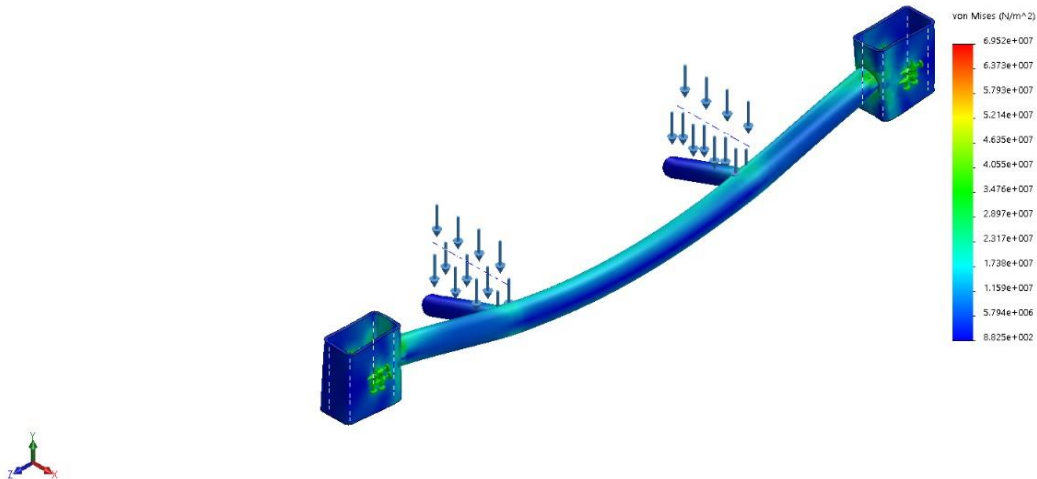
Figura 102. Tensions de Von Misses i Deformacions Unitàries en Bench Press

Aquesta simulació fa referència a la barra guiada, però en el cas de l'exercici *Bench Press*, aquest exercici consta en empènyer la barra cap a dalt, per tant la subjecció a les peces es troba als extrems de la barra i l'esforç amb les mans es realitza també al voltant d'aquesta posició.

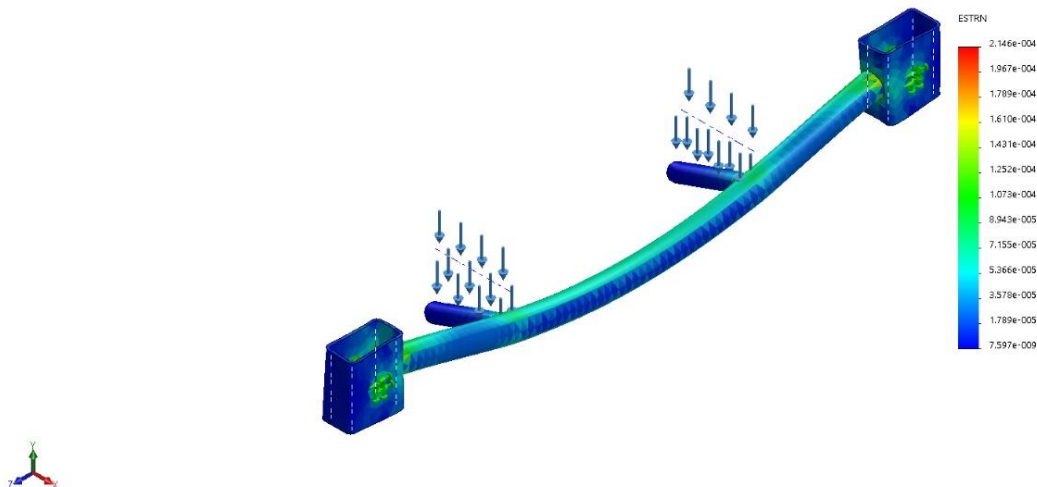
Els resultats indiquen que la barra es capaç de suportar els esforços (200 kg) i la deformació d'aquesta es mínima.

5.1.4. Barra dominades:

Nombre del modelo: EnsamblajeDominadas
Nombre de estudio: Dominadas (Predeterminado)
Tipo de resultado: Análisis estático tensión nodal Tensiones1
Escala de deformación: 225.84



Nombre del modelo: EnsamblajeDominadas
Nombre de estudio: Dominadas (Predeterminado)
Tipo de resultado: Deformación unitaria estática Deformaciones unitarias1
Escala de deformación: 225.84



Font 103. Elaboració pròpia

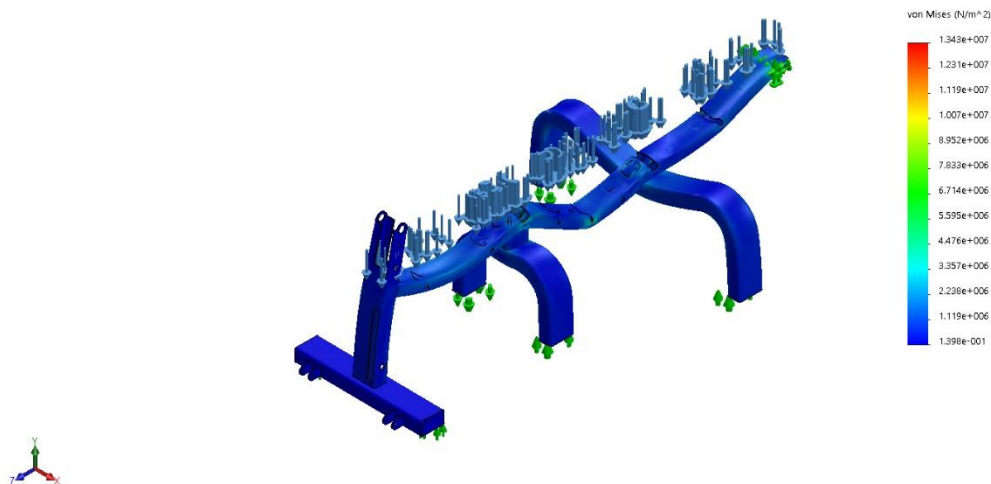
Figura 103. Tensions de Von Misses i Deformacions Unitàries de la Barra dominades

Aquesta simulació fa referència a la barra de dominades, aquest exercici consisteix en aixecar el propi pes de l'usuari agafant-se en aquesta barra, per tant la subjecció a les peces es troba als extrems de la barra i l'esforç amb les mans es realitza també al voltant d'aquesta posició o a les nanses perpendiculars.

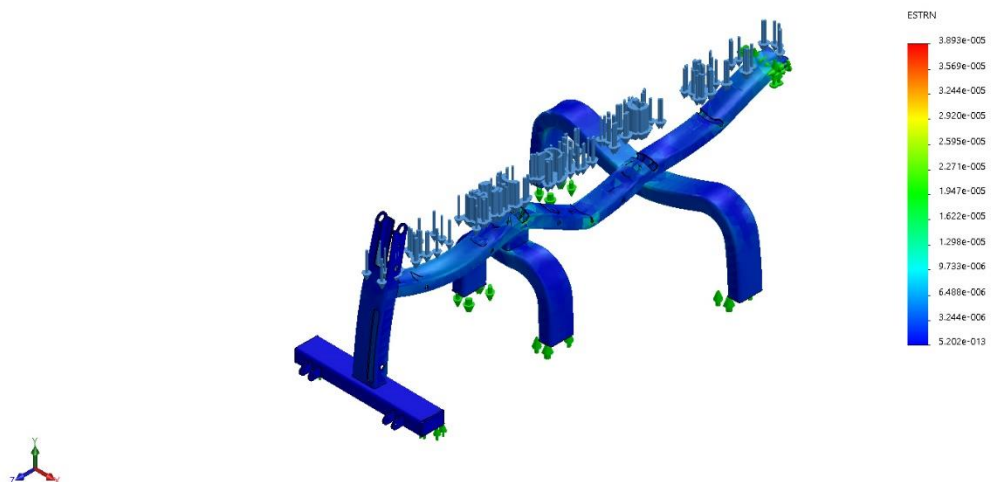
Els resultats indiquen que la barra es capaç de suportar els esforços (100 kg) i la deformació d'aquesta es mínima.

5.1.5. Banc:

Nombre del model: ConjuntoEstructuraBanco
Nombre de estudio: Banco_estatico (Default)
Tipo de resultado: Análisis estático tensión nodal Tensiones1
Escala de deformación: 6036.36



Nombre del modelo: ConjuntoEstructuraBanco
Nombre de estudio: Banco_estatico (Default)
Tipo de resultado: Deformación unitaria estática Deformaciones unitarias1
Escala de deformación: 6036.36



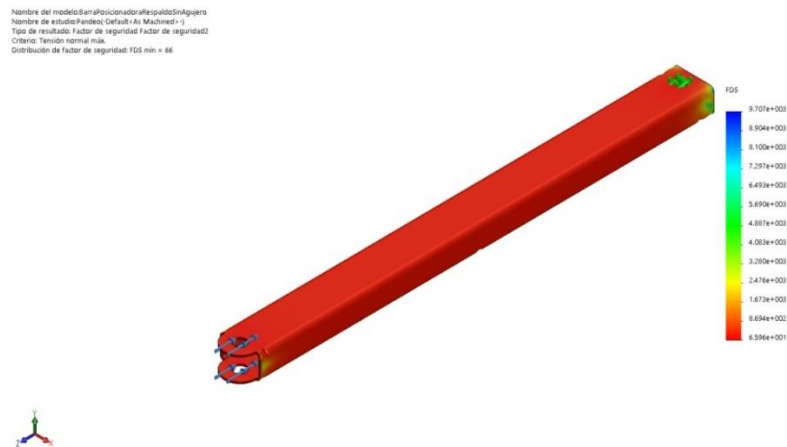
Font 104. Elaboració pròpia

Figura 104. Tensions de Von Misses i Deformacions Unitàries del Banc

En aquesta simulació el que es pretén és comprovar que el banc sigui capaç de suportar el pes de qualsevol usuari (100 kg) que hagi d'utilitzar-lo.

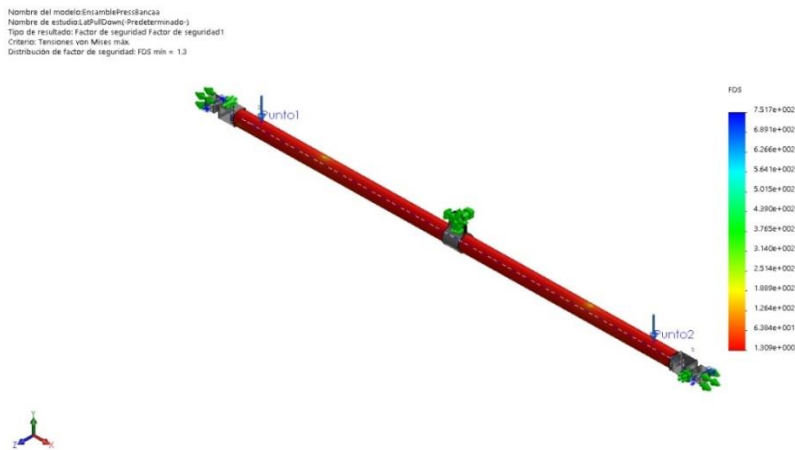
A les imatges es pot observar com les tensions que suporta en els punts crítics no son preocupants i el desplaçament d'aquest es acceptable.

5.2. Estudis de seguretat



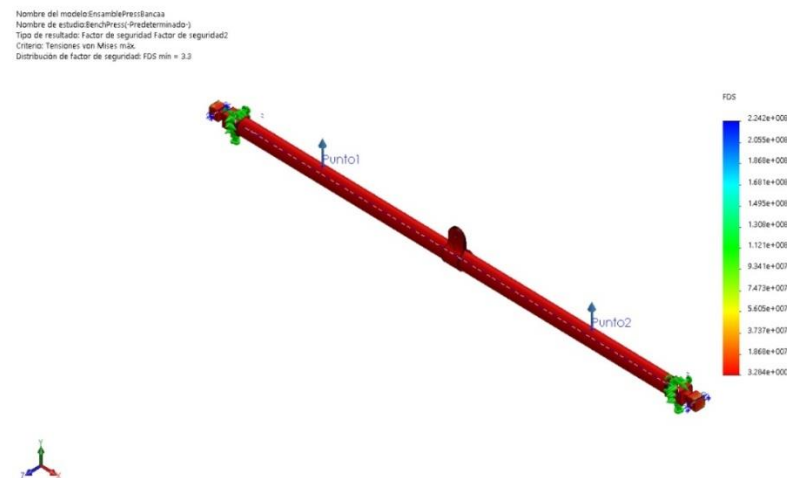
Font 105. Elaboració pròpia

Figura 105. Factor de seguretat barra posicionador espallador



Font 106. Elaboració pròpia

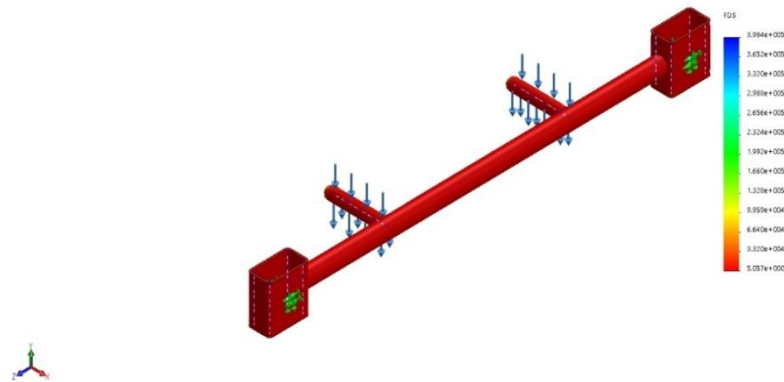
Figura 106. Factor de seguretat Lat Pull Down



Font 107. Elaboració pròpia

Figura 107. Factor de seguretat Bench Press

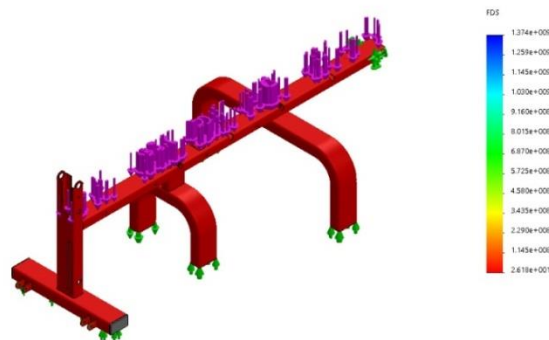
Nombre del model: Ensamblatge Dominades
Nombre de estudi: Dominades (Predefinido)
Tipo de resultado: Factor de seguridad Factor de seguridad1
Criterio: Tensiones von Mises máx.
Distribución de factor de seguridad: FDS mín = 5.1



Font 108. Elaboració pròpia

Figura 108. Factor de seguretat Barra dominades

Nombre del model: Conjunt de Banc
Nombre de estudi: Banc (Default)
Tipo de resultado: Factor de seguridad Factor de seguridad1
Criterio: Tensiones von Mises máx.
Distribución de factor de seguridad: FDS mín = 26



Font 109. Elaboració pròpia

Figura 109. Factor de seguretat Banc

A les imatges anteriors es pot observar com els FDS (factors de seguretat) son superiors a la unitat, per tant podem assegurar que les peces estan ben dimensionades.

També cal fer menció d'altres aspectes de seguretat que es van tenir en compte, com ara:

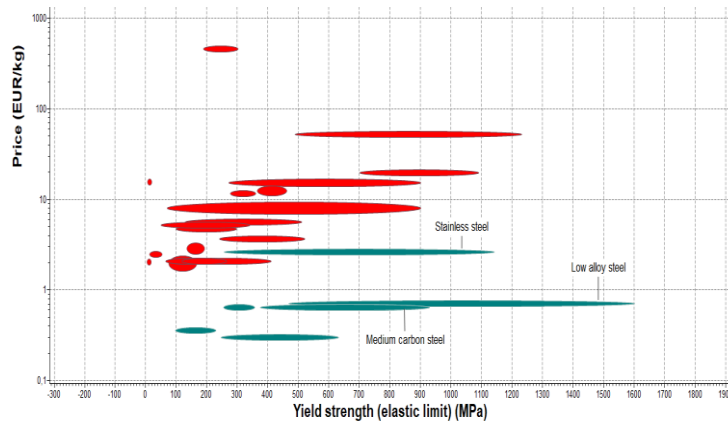
- El posicionament de les politges en els braços del posicionador, per tal de que no surtin de la guia durant l'entrenament.
- La carcassa que recobreix les peses i que evita l'aixafament tal com indica la norma UNE-EN 957-2.
- Els ancoratges de la barra que impedeixen que aquesta caigui durant la preparació dels exercicis on intervé.
- El passador que impedeix que el mecanisme de tren inferior no caigui durant la preparació dels exercicis.

6. Plec de Condicions

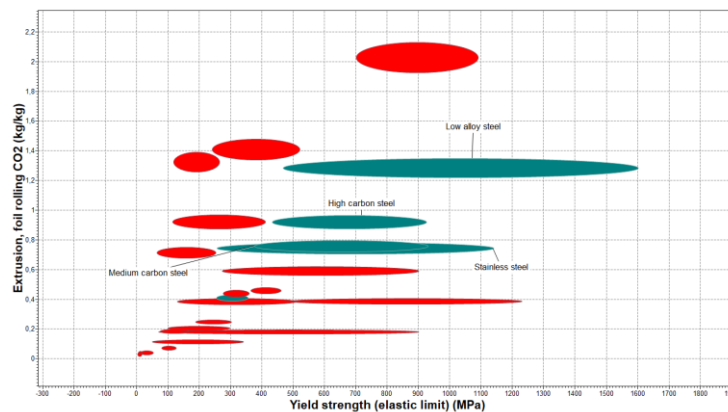
6.1. Característiques dels materials que intervenen

Acer al carboni mig:

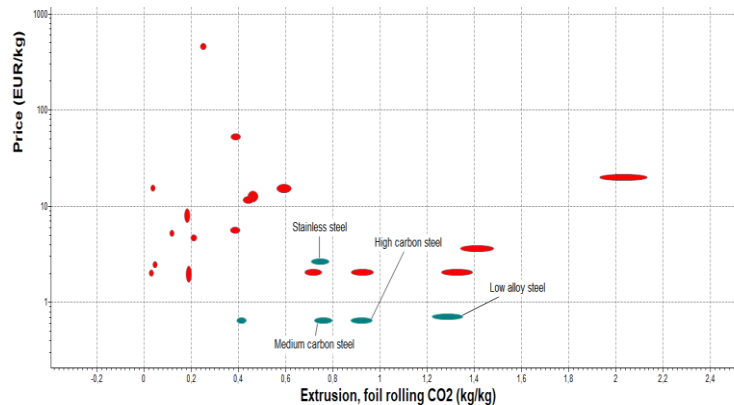
A través del programa *CES EduPack*, es va realitzar una comparativa de diferents característiques dels tipus d'acer existents, i vam arribar a la conclusió final d'utilitzar els acers nombrats mes endavant, ja que son els que mes s'ajustaven a les nostres necessitats.



Font 110. Elaboració pròpia
Figura 110. Gràfica Lim Elastic – Preu material



Font 111. Elaboració pròpia
Figura 111. Gràfica Lim Elastic – CO₂



Font 112. Elaboració pròpia
Figura 112. Gràfica Preu – CO₂

- **AISI 1020:**

Propiedad	Valor	Unidades
Módulo elástico	2e+011	N/m ²
Coeficiente de Poisson	0.29	N/D
Módulo cortante	7.7e+010	N/m ²
Densidad de masa	7900	kg/m ³
Límite de tracción	420507000	N/m ²
Límite de compresión		N/m ²
Límite elástico	351571000	N/m ²

Font 113, SolidWorks ®

Figura 113. Característiques AISI 1020

Resistència: Baix contingut de C, tenen una resistència a la tracció relativament baixa i no s'han d'escollir quan les peces estiguin sotmeses a grans esforços.

Maquinat: Aquest acer no es maquina amb facilitat per la qual cosa s'ha d'evitar a l'hora d'utilitzar-lo quan es requereix un acabat superficial fi.

Soldadura: Aquest acer no presenta dificultats front la soldadura convencional, sent recomanable el seu us en peces construïdes estructuralment on inclús estiguin mecanitzats.

Ductilitat: Aquest acer serveix per a nombroses peces forjades, estampades o embotides. Ex: Eines agrícoles, perns de baixa resistència, etc.

Tractament tèrmic: Millora la seva duresa sotmesa a un augment superficial del contingut de C mitjançant cementació i tremp a l'aigua o l'oli, també es possible millorar el seu comportament mecànic mitjançant laminat en fred.

Reciclabilitat: Molt bona.



Font 114. <https://image.made-in-china.com/2f0j10ZwqtlcArLspP/AISI-1020-Pipe.jpg>

Figura 114. Tubs d'acer AISI 1020

- **AISI 1045:**

Propiedad	Valor	Unidades
Módulo elástico	2.05e+011	N/m ²
Coeficiente de Poisson	0.29	N/D
Módulo cortante	8e+010	N/m ²
Densidad de masa	7850	kg/m ³
Límite de tracción	625000000	N/m ²
Límite de compresión		N/m ²
Límite elástico	530000000	N/m ²

Font 115. SolidWorks ®

Figura 115. Característiques AISI 1045.

Resistència: Acer contingut mitja en C amb propietats mecàniques elevades, utilitzat freqüentment quan es desitja major duresa pel tractament tèrmic o treball en fred.

Maquinat: Bo en maquinabilitat, utilitzat per a peces maquinades directament de barres, es possible aconseguir acabats superficials de qualitat i no ofereix complicacions a les eines de tall.

Soldadura: Pot ser soldat per la majoria dels mètodes existents, però s'ha de tenir cura amb el refredament de les peces, ja que de no tenir-ne les zones d'unió tendeixen a quedar molt fràgils.

Ductilitat: Degut a l'augment en C aquest acer posseeix una menor ductilitat. Es possible forjar i estampar peces, obtenint resultats amb major resistència mecànica.

Tractament tèrmic: Es possible augmentar la seva duresa mitjançant el tremp, podent-se efectuar aquest amb aigua o oli. Si les peces son de geometria complexa es recomana normalitzar abans del tractament tèrmic evitant d'aquesta manera possibles deformacions.

Reciclabilitat: Molt bona.



Font 116. <http://sv.acavisa.com/producto/acero-al-carbono-aisi-1045/>

Figura 116. Tubs d'acer AISI 1020

- **Nylon:**

Propiedad	Valor	Unidades
Módulo elástico	8300000000	N/m ²
Coeficiente de Poisson	0.28	N/D
Módulo cortante	3200000000	N/m ²
Densidad de masa	1400	kg/m ³
Límite de tracción	142559000	N/m ²
Límite de compresión		N/m ²
Límite elástico	139043000	N/m ²

Font 117. SolidWorks ®

Figura 117. Propietats del Nylon

Resistència: Aquest material es molt poc resistent a la penetració i a la abrasió.

Maquinat: Dolenta, a causa de que aquest material no es capaç de dissipar el calor amb facilitat.

Soldadura: No es pot soldar.

Ductilitat: Degut a l'augment en C aquest acer posseeix una menor ductilitat. Es possible forjar i estampar peces, obtenint resultats amb major resistència mecànica.

Tractament tèrmic: Es possible augmentar la seva duresa mitjançant el tremp, podent-se efectuar aquest amb aigua o oli. Si les peces son de geometria complexa es recomana normalitzar abans del tractament tèrmic evitant d'aquesta manera possibles deformacions.

Reciclabilitat: Bona.



Font 118. <https://castnylon.com/images/custom-cast-nylon.jpg>

Figura 118. Peces de Nylon

- **Escuma de poliuretà:**

Propiedad	Valor	Unidades
Módulo elástico	2409999872	N/m ²
Coefficiente de Poisson	0.3897	N/D
Módulo cortante	862200000	N/m ²
Densidad de masa	1260	kg/m ³
Límite de tracción	40000000	N/m ²
Límite de compresión		N/m ²
Límite elástico		N/m ²

Font 119. SolidWorks ®

Figura 119. Propietats poliuretà

Resistència: Resistència a la hidròlisi, temperatures, alta resistència mecànica, alta resistència a la abrasió i al desgast.

Duresa: ShA - 50 - 60 - 70.

Aplicació: Botes d'esquí, botes de futbol, rodes, corretges de transmissió, tamisos para productes adhesius, olis y grassa protectores, tubs y cables resistentes a la abrasió.

Reciclabilitat: Bona.



Font 120. <https://www.livingstore.cl/wp-content/uploads/2014/10/espuma-de-poliuretano.jpg>

Figura 120. Escuma de poliuretà

- **ABS:**

Propiedad	Valor	Unidades
Módulo elástico	2000000000	N/m ²
Coefficiente de Poisson	0.394	N/D
Módulo cortante	318900000	N/m ²
Densidad de masa	1020	kg/m ³
Límite de tracción	30000000	N/m ²
Límite de compresión		N/m ²
Límite elástico		N/m ²

Font 121. SolidWorks ®

Figura 121. Propietats ABS

Resistència: Resistent al impacte, a la abrasió y a los elements químics.

Aplicació: Peces d'automòbil, dispositius elèctrics i electrònics, fabricació de contenidors petits, interiors de avions, panells d'instrumentació, productes farmacèutics.

Reciclabilitat: Bona.



Font 122. <https://www.3dnatives.com/es/wp-content/uploads/sites/4/ABS.jpg>

Figura 122. Peces d'ABS

6.2. Tècniques d'execució/producció

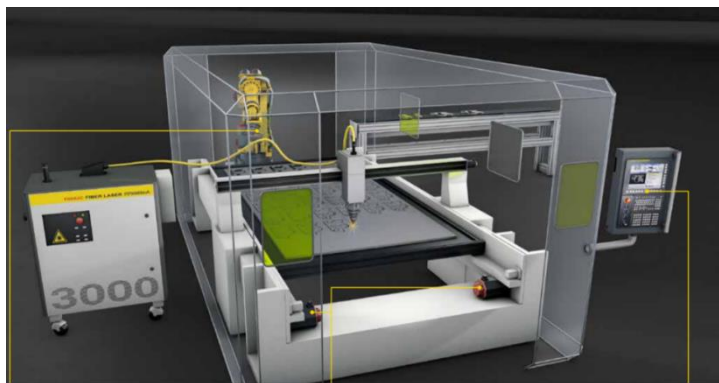
6.2.1. Mecanitzats CNC

- Tall per làser:

Existeixen diferents màquines eina CNC para tallar xapes metàl·liques. Les tècniques més importants son el plasma, el raig d'aigua o el làser. Cada tècnica te les seves pròpies avantatges específiques segons l'aplicació. Però, quan es tracta de tallar contorns i formes precises, el tall per làser ofereix la millor solució. També ofereix una bona alternativa al fresat.

Avantatges del tall per làser:

- Tensió tèrmica mínima.
- Formes extremadament precises inclòs en materials més gruixos.
- Cortes precisos.
- Repetibilitat excel·lent a causa de l'absència de desgast en la eina de tall.
- Menor temps de preparació.



Font 123. <https://www.fanuc.eu/es/es/aplicaciones/corte-por-l%C3%A1ser>

Figura 123. Màquina talladora per làser

- Fresat:

Una fresadora es una maquina-eina que te la funció de tallar peces amb formes determinades mitjançant el arrencament de ferritja. Una fresadora pot utilitzar-se en una amplia gamma de materials, usualment s'aplica a metalls com ara acers, bronze i també en plàstics o fustes. Existeixen tres tipus de fresadores, la fresadora horitzontal, fresadora vertical i fresadora universal.



Font 124. <https://www.fabricantes-maquinaria-industrial.es/Fresadoras-CNC.jpg>

Figura 124. Màquina fresadora CNC

- **Fresat de rosca:**

El fresat de rosca es una tècnica que consisteix en realitzar un forat a una peça mitjançant una màquina fresadora. Aquest tipus d'operació es realitzen habitualment en fresadores de CNC (control numèric) dotades d'un magatzem d'eines ja que es requereixen eines adequades per a cada cas.



Font 125. <https://www.sandvik.coromant.com/RoscalInt.jpg>, <https://www.ecured.cu/RoscadoExt.jpg>

Figura 125. Fresat de rosca interior; fresat de rosca exterior

- **Tornejat:**

Aquesta màquina està prevista per a tornejat metalls (alumini, bronze, alguns acers, ..) y plàstics amb la tècnica per desprendiment de ferritja. El tipus de programació que utilitza es el llenguatge *Sinumerik*.



Font 126. <https://image.made-in-china.com/Manual-Gap-Bed-Lathe-Machine.jpg>

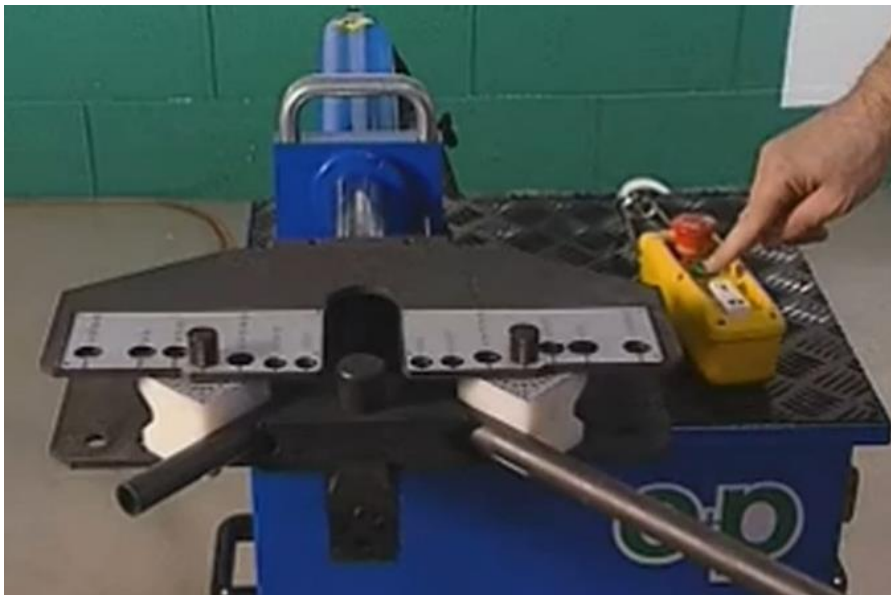
Figura 126. Màquina tornejat horitzontal

6.2.2. Doblats

- Doblat de tubs:

El corbat de tub es un procés de fabricació que te per objectiu buscar la curvatura de peces metàl·liques abans del mecanitzat. Al utilitzar la maquinaria corbadora de tubs de acero adequada, tot es més senzill. Això permet que, al generar l'energia suficient, al deformar els tubs, no es generin tensions o plecs en la peça.

Para aconseguir tubs corbats, es necessari un procés de mecanització específic. Per tal de dur a terme el corbat de tubs, s'ha de tenir en compte el diàmetre que volem doblar, així com el gruix i el material en qüestió.



Font 127. <https://www.hidraflex.com/es/maquinas-curvadoras/638-curvadora-c42-op>

Figura 127. Maquina plegadora de tubs

- Doblat de xapa:

El plegat o doblat de metalls es un procés de conformació. En el que no existeix separació de material realitzant una deformació plàstica per donar forma al voltant d'un angle determinat a una xapa. Aquests processos de conformat de metalls comprenen un ampli grup de processos de manufactura, en els quals s'utilitza la deformació plàstica per canviar les formes de les peces metàl·liques.

6.2.3. Soldadures

En dur a terme el procés de soldadura, es poden utilitzar dos tipus de soldadures: la **TIG** (amb gas Tungstè) i la **MIG** (amb gas protector de metall).

La soldadura TIG (***Tungsten Inert Gas***) és un tipus de soldadura molt demandada i ben cotitzada en el camp laboral. Es caracteritza per l'ús d'un elèctrode permanent de tungstè. A vegades ho podem trobar aliat amb tori o zirconi en percentatges no superiors a un 2%. En l'actualitat el tori està prohibit ja que és un element considerablement perjudicial per a la salut. El Tungstè degut a l'elevada temperatura de fosa 3.410 °C, es desgasta mínimament. Els gasos més utilitzats són l'Aragó i l'heli, o una mescla dels dos.

El principal avantatge de la soldadura **TIG** és l'obtenció de cordons més resistents, dúctils i menys sensibles a la corrosió que en la resta dels procediments, ja que el gas protector impedeix el contacte entre l'oxigen de l'atmosfera i el bany de fusió. També permet obtenir soldadures netes i uniformes a causa de l'escassetat de fums i projeccions.

Com a inconvenient podem trobar el flux continu de gas, amb la subsegüent instal·lació de canonades, bombones, etc. A més, requereix una mà d'obra molt especialitzada, la qual cosa fa que també augmentin els costos.



Font 128. <https://www.mecanizadossinc.com/wp-content/uploads/2018/06/TIG-PAG.jpg>

Figura 128. Procés de soldadura TIG

D'altra banda, la soldadura MIG (*Metall Inert Gas*) és un procés de soldadura per arc, sota gas protector amb elèctrode consumible. L'arc es forma mitjançant un fil continu i les peces a unir. Aquesta soldadura és intrínsecament més productiva que la soldadura **MMA** on es perd part de la productivitat cada vegada que es produeix una parada per a reposar l'elèctrode. L'ús de fils per a la soldadura **MIG** han augmentat entre un 80 i 95%.

Aquest tipus de soldadura és un procés versàtil, podent disposar el metall a una gran velocitat i en totes les posicions. És utilitzat en gruixos petits i mitjans en estructures d'acer. També en aliatges d'alumini on es necessita d'una gran resistència de soldadura. L'elèctrode tubular de metall utilitzat en la soldadura **MIG** serveix com a material de farciment per a la soldadura. L'elèctrode es consumeix durant el soldat de les peces.



Font 129. <https://www.mecanizadossinc.com/wp-content/uploads/2018/06/MIG-PAG.jpg>

Figura 129. Procés de soldadura MIG

Diferències entre soldadura TIG i MIG

- Amb la soldadura **TIG** l'elèctrode de tungstè no es consumeix durant el procés.
- En la soldadura **MIG** l'elèctrode de metall serveix com a material de farciment i es consumeix durant el procés.
- El gas utilitzat principalment en la soldadura **TIG** és l'argó, ocasionalment es pot utilitzar heli. També l'argó és utilitzat en la soldadura **MIG**, sovint barrejat amb diòxid de carboni.
- El material de farciment usat en el soldat **TIG** és una vareta o filferro totalment extern de la màquina de soldat. Al contrari, en el soldat **MIG** lliura el material a través de l'elèctrode tubular.
- La soldadura **TIG** es pot aplicar a gairebé qualsevol tipus de metall, des d'acer fins a alumini. D'altra banda, la soldadura **MIG** va ser desenvolupada per a metalls no ferrosos (excepte acer).
- La soldadura **TIG** és considerada més difícil que la soldadura **MIG**, pel fet que les toleràncies han de ser més rigoroses entre l'elèctrode, la vareta de farciment i la peça que mecanitzarem.

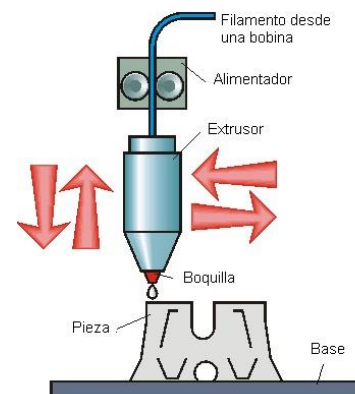
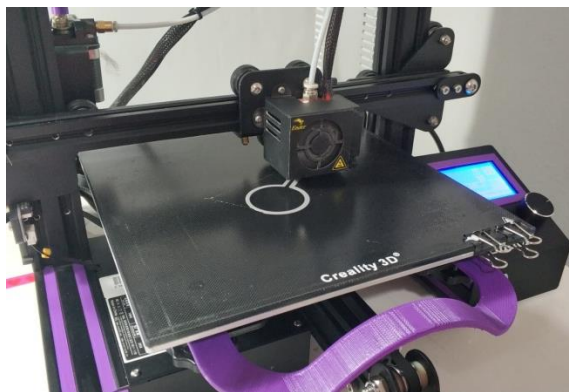
En el nostre cas, s'utilitzarà la soldadura tipus MIG per ser la més econòmica i versàtil de les dues.

6.2.4. Impressió 3D

- És un procés que permet fer objectes tridimensionals sòlids a partir d'un model digital.
- S'aconsegueix utilitzant processos additius (amb aportació de material), on es crea un objecte mitjançant les capes successives de material.
- Difereix dels tradicionals mecanitzats (tècniques de processos per sostracció), que es basen principalment en l'eliminació de material per mètodes com ara fresat, tornejat, tall i perforació.
- Els processos additius es realitzen, generalment, per una impressora de materials utilitzant la tecnologia digital. Des de l'inici del segle XXI hi ha hagut un gran creixement en les vendes d'aquestes màquines, i el seu preu ha baixat considerablement.
- La tecnologia s'utilitza en joieria, calçat, disseny industrial, arquitectura, construcció, indústria automotriu, enginyeria aeroespacial, indústries mèdiques i dentals, educació, sistemes d'informació geogràfica, enginyeria civil, i molts altres camps.

Per a realitzar una impressió, la màquina llegeix el disseny i estableix les capes successives de líquid, pols o material de làmina per a construir el model a partir d'una sèrie de seccions transversals. Aquestes capes, que corresponen a les seccions transversals virtuals a partir del model CAD, s'uneixen o fusionen automàticament per a crear la forma final. El principal avantatge d'aquesta tècnica és la seva capacitat de crear gairebé qualsevol forma o característica geomètrica. La resolució de la impressora descriu el gruix de la capa i la resolució X-Y en dpi (punts per polzada), o micròmetres.

En el nostre cas l'utilitzem per imprimir les peces de plàstic i abaratir els costos que suposarien realitzar diversos motlles d'injecció per a fabricar només un prototip.



Font 130. <https://coesum.it/en/service/fdm/>

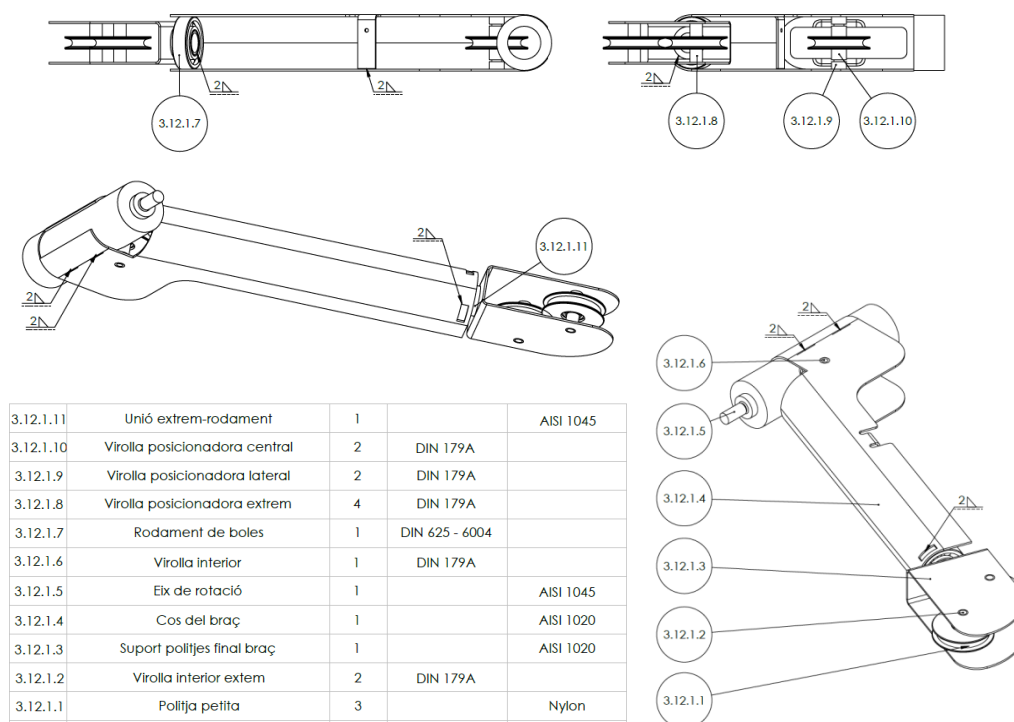
Figura 130. Funcionament impressió 3D

6.2.5. Muntatge:

Pel muntatge de l'**EquipGym** necessitem tres tipus de peces o elements: els normalitzats, els de mercat i aquells que han estat dissenyats directament per nosaltres per tal de que s'adeqüin als requeriments del producte. Pel que fa a aquests últims, els proveïdors s'encarregaran de la fabricació mitjançant algun dels processos esmentats anteriorment o la combinació de més d'un. Per exemple moltes de les peces es fabriquen a partir de tubs mecanitzats i doblats que poden estar o no soldats o xapes doblades.

Un cop rebem totes les peces necessàries es quan podem començar a realitzar el muntatge el qual queda dividit en dues parts: una primera part que es realitza al nostre propi taller o fàbrica i una segona part on s'acaba de muntar la màquina que es dur a terme en el propi gimnàs o centre on es farà ús.

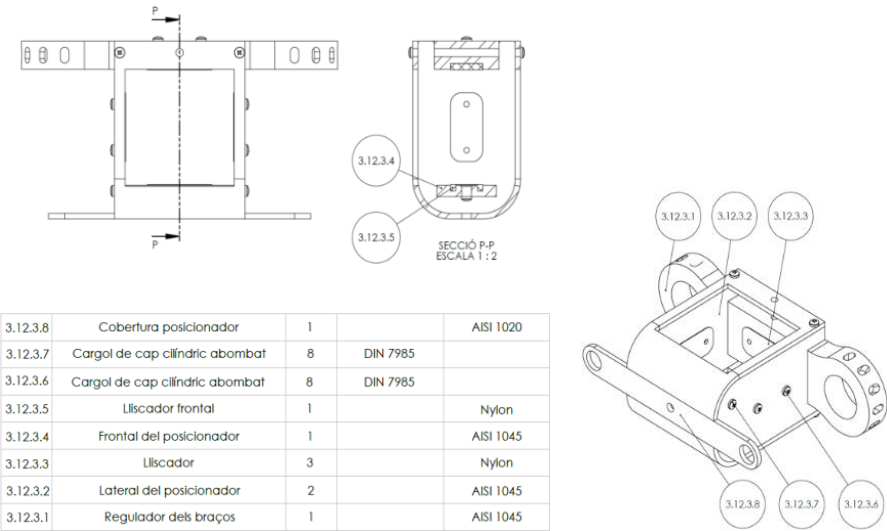
La primera part consta únicament del muntatge del posicionador:



Font 131. Elaboració pròpia

Figura 131. Conjunt del braç del posicionador

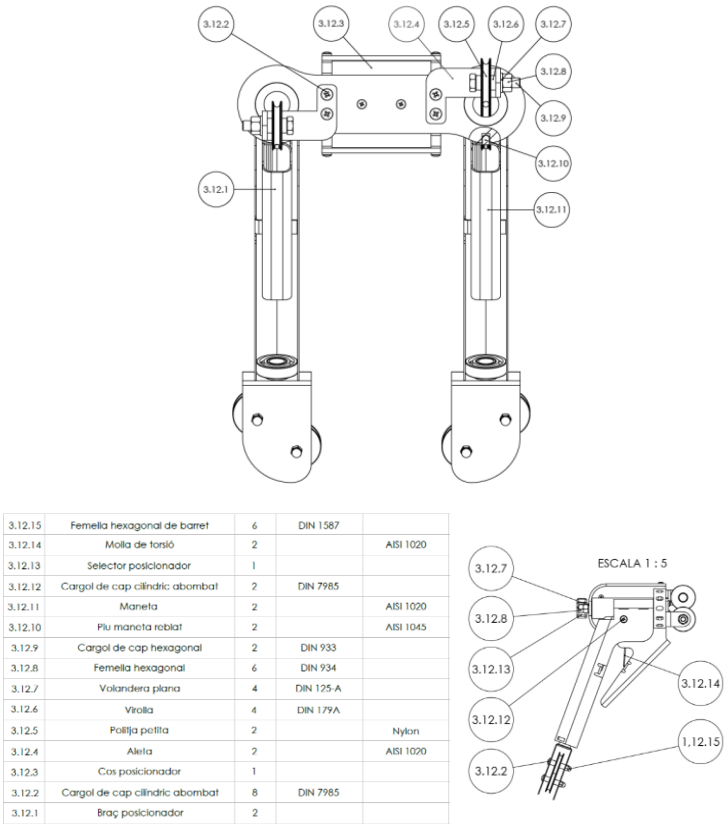
- 1) Acoblar les dues poltjes petites de l'extrem a ambdós braços del posicionador mitjançant els cargols, femelles i virolles interiors i posicionadores corresponents.



Font 132. Elaboració pròpia

Figura 132. Conjunt del cos del posicionador

- 2) Acoblar les peces de nylon a les parets interiors corresponents mitjançant els cargols.
- 3) Unir totes les peces del cos del posicionador mitjançant els cargols.

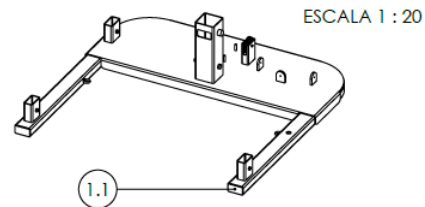
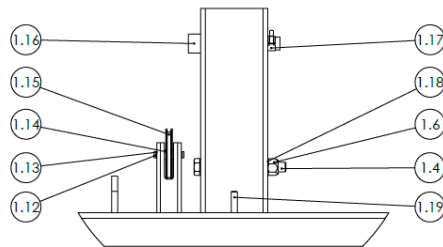


Font 133. Elaboració pròpia

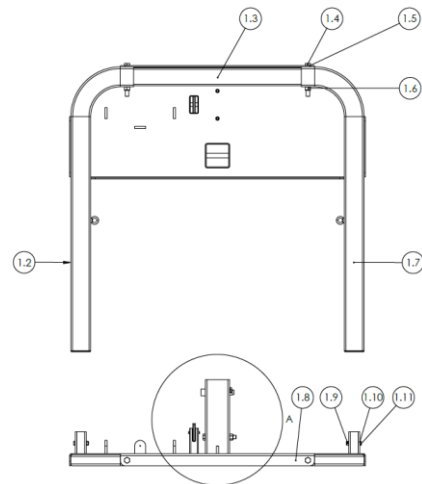
Figura 133. Conjunt del posicionador

- 4) Acoblar la politja petita a ambdues aletes mitjançant el cargol, femella i virolles corresponents.
- 5) Acoblar les aletes al cos del posicionador mitjançant els cargols.
- 6) Acoblar al mateix temps les politges petites, manetes i molles de torsió als braços mitjançant els cargol, femelles i virolles interiors i posicionadores corresponents.
- 7) Acoblar els dos braços al cos del posicionador mitjançant la volandera plana i les dues femelles hexagonals.

Un cop realitzada aquesta primera part, es transporta aquest assemblatge i la resta de peces i elements al punt d'instal·lació on dos operaris formats s'encarreguen de finalitzar el muntatge tot seguint aquests passos:



1.19	Cargol cilíndric buit hexagonal	2	DIN 912	
1.18	Virolla	1	DIN 179A	
1.17	Brida elàstica	1	DIN 3021	50 CRV4 Steel
1.16	Eix de fixació columna-banc	1		AISI 1045
1.15	Politja gran	1		Nylon
1.14	Virolla	2	DIN 179A	
1.13	Anell exterior de seguretat	2	DIN 471	
1.12	Eix de la politja inferior	1		AISI 1045
1.11	Cargol de cap hexagonal	3	DIN 933	
1.10	Virolla	3	DIN 179A	
1.9	Femella hexagonal de seguretat	3	DIN 980-V	
1.8	Ancoratge principal	1		AISI 1020
1.7	Lateral esquerre	1		AISI 1020
1.6	Femella hexagonal de seguretat	3	DIN 980-V	
1.5	Virolla	2	DIN 179A	
1.4	Cargol de cap hexagonal	3	DIN 933	
1.3	Travesser posterior	1		AISI 1020
1.2	Lateral dret	1		AISI 1020
1.1	Tapa del tub	2		LDPE

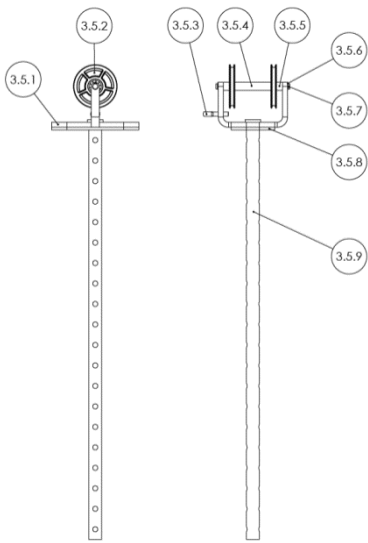


Font 134. Elaboració pròpia

Figura 134. Conjunt de la base

- 8) Unir els laterals juntament amb el travesser posterior i l'ancoratge principal mitjançant els cargols, femelles i virolles corresponents.
- 9) Acoblar la politja gran inferior a l'ancoratge principal mitjançant el cargol, femella i virolles corresponents.
- 10) Introduir les tapes als extrems dels tubs laterals.

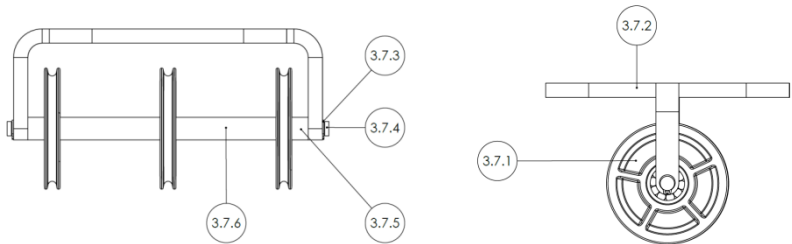
3.5.9	Barra de selecció	1		AISI 1045
3.5.8	Protecció suport peses	1		Feltre
3.5.7	Eix politges peses	1		AISI 1045
3.5.6	Anell exterior de seguretat	2	DIN 471	
3.5.5	Virolla lateral	2	DIN 179A	
3.5.4	Virolla central	1	DIN 179A	
3.5.3	Baga roscada	1	DIN 580	
3.5.2	Politja gran	2		Nylon
3.5.1	Suport politges peses	1		AISI 1045



Font 135. Elaboració pròpia

Figura 135. Conjunt de les politges de les peses

11) Acoblar les dues politges grans al conjunt de les politges de les peses mitjançant l'eix, anells exteriors de seguretat i virolles corresponents.



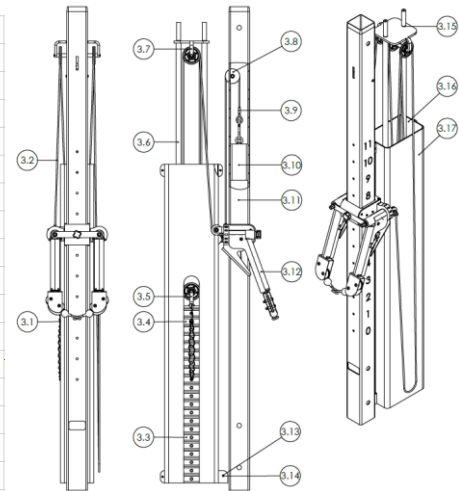
3.7.6	Virolla central	2	DIN 179A	
3.7.5	Virolla lateral	2	DIN 179A	
3.7.4	Eix politges superiors	1		AISI 1045
3.7.3	Anell exterior de seguretat	2	DIN 471	
3.7.2	Suport politges superiors	1		AISI 1045
3.7.1	Politja gran	3		Nylon

Font 136. Elaboració pròpia

Figura 136. Conjunt de les politges superiors

12) Acoblar les tres politges grans al conjunt de les politges superiors mitjançant l'eix, anells exteriors de seguretat i virolles corresponents.

3.17	Carcassa peses dreta	1		ABS
3.16	Carcassa peses esquerra	1		ABS
3.15	Anell exterior de seguretat	2	DIN 471	
3.14	Cargol de cap hexagonal	4	DIN 933	
3.13	Femella hexagonal de seguretat	4	DIN 980-V	
3.12	Posicionador	1		
3.11	Columna principal	1		AISI 1020
3.10	Contrapes	1		
3.9	Cable contrapes	1	UNE-EN 1385-4	
3.8	Conjunt politja contrapes	1		
3.7	Conjunt politges superiors	1		
3.6	Guia peses	2		AISI 1045
3.5	Conjunt politges peses	1		
3.4	Pesa 5kg	2		Ferro colat
3.3	Pesa 10kg	19		Ferro colat
3.2	Cable peses	1	UNE-EN 1385-4	
3.1	Selector peses	1		

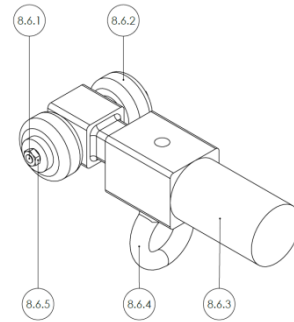


Font 137. Elaboració pròpia

Figura 137. Conjunt del conjunt principal

- 13) Unir les guies de les peses a la base els cargols.
- 14) Acoblar la politja mitjana del contrapès a la columna mitjançant els cargols, femelles i virolles corresponents.
- 15) Acoblar la columna principal a la base mitjançant el cargol, femella i virolla corresponents.
- 16) Introduir les peses dins les guies.
- 17) Introduir el conjunt de les politges de les peses a les guies.
- 18) Introduir el conjunt de les politges superiors a les guies i fixar amb els anells exteriors de seguretat.
- 19) Col·locar el primer tram del cable de les peses entre les politges de les peses i les superiors.
- 20) Acoblar les dues carcasses de les peces i fixar-les amb els cargols i femelles corresponents.
- 21) Introduir el posicionador a la columna principal.
- 22) Acabar de col·locar el cable de les peses de maneta a maneta.
- 23) Acoblar el cable del contrapès al contrapès, introduir aquest dins la columna principal i acoblar l'extrem del cable al posicionador.

8.6.5	Femella hexagonal	2	DIN 934	
8.6.4	Baga roscada	1	DIN 580	
8.6.3	Cos	1		AISI 1045
8.6.2	Roda	2		Cautxú
8.6.1	Vareta roscada	1	DIN 975	

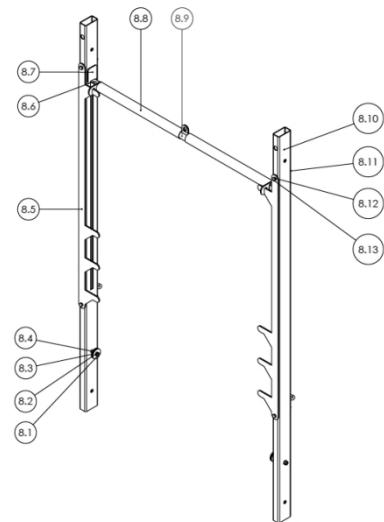


Font 138. Elaboració pròpia

Figura 138. Conjunt de la corredissa interior

- 24) Roscar la bagues als cossos de les dues corredisses interior.
- 25) Col·locar les rodes als extrems de la vareta roscada de cada corredissa i fixar-les amb les femelles.

8.13	Cargol de cap hexagonal	4	DIN 933	
8.12	Virolla posicionador	4	DIN 179A	
8.11	Femella hexagonal de seguretat	6	DIN 980-V	
8.10	Columna-guia lateral	2	DIN 580	AISI 1020
8.9	Barra guiada	1		
8.8	Goma barra	2		Neoprè
8.7	Tapa columna	2		ABS
8.6	Corredissa interior	2		
8.5	Posicionador d'alçades	2		AISI 1020
8.4	Virolla gran politja	2	DIN 179A	
8.3	Politja petita	2		Nylon
8.2	Virolla petita politja	2	DIN 179A	
8.1	Cargol de cap hexagonal	2	DIN 933	



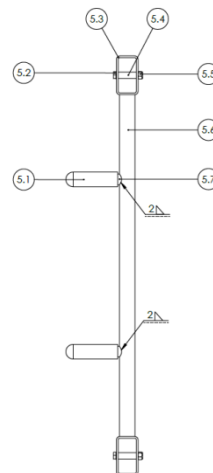
Font 139. Elaboració pròpia

Figura 139. Conjunt de les columnes-guides laterals

- 26) Fixar els posicionadors d'alçada a les columnes-guides laterals mitjançant els cargols, femelles i virolles corresponents.
- 27) Acoblar les politges petites a les columnes-guides laterals mitjançant els cargols, femelles i virolles corresponents.
- 28) Introduir una corredissa interior en cada columna-guia lateral.
- 29) Introduir les tapes.
- 30) Acoblar la barra guiada entre les dues corredisses interiors i entre els dos operaris traslladar el conjunt a la base on s'ha d'acabar de fixar mitjançant els cargols, femelles i virolles corresponents.

- 31) Fixar la columna suport a la base mitjançant el cargol, femella i virolla corresponents.

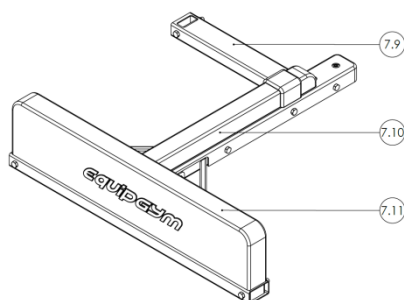
5.7	Barra curta	2		AISI 1045
5.6	Barra llarga	1		AISI 1020
5.5	Femella hexagonal de seguretat	2	DIN 980-V	
5.4	Virolla	2	DIN 179A	
5.3	Extrem d'unió	2		AISI 1020
5.2	Cargol de cap hexagonal	2	DIN 933	
5.1	Goma barra curta	2		Neoprè



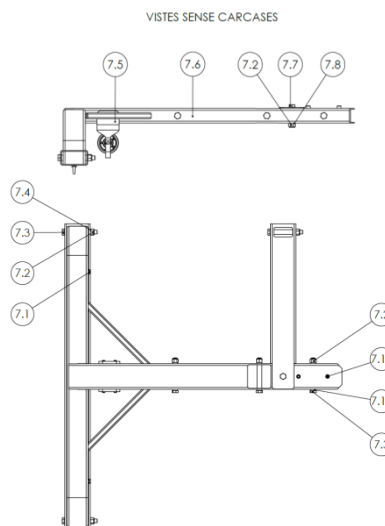
Font 140. Elaboració pròpia

Figura 140. Conjunt de la barra dominades

- 32) Fixar la barra de dominades a la columna suport i a la columna-guia lateral esquerra mitjançant els cargols, femelles i virolles corresponents.



7.13	Virolla	3	DIN 179A	
7.12	Cargol cilíndric buit hexagonal	2	DIN 912	
7.11	Carcassa superior frontal	1		ABS
7.10	Carcassa superior posterior	1		ABS
7.9	Travesser d'unió	1		AISI 1020
7.8	Virolla	1	DIN 179A	
7.7	Cargol de cap hexagonal	1	DIN 933	
7.6	Estructura superior	1		
7.5	Conjunt politja davantera	1		
7.4	Virolla	3	DIN 179A	
7.3	Cargol de cap hexagonal	6	DIN 933	
7.2	Femella hexagonal de seguretat	7	DIN 980-V	
7.1	Cargol de cap hexagonal	2	DIN 933	



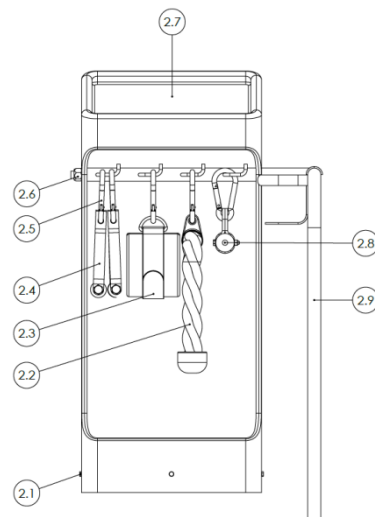
Font 141. Elaboració pròpia

Figura 141. Conjunt del conjunt superior

- 33) Acoblar la politja gran al conjunt de politja davantera mitjançant l'eix, anells exteriors de seguretat i virolles corresponents.

- 34) Fixar el conjunt de politja davantera a l'estructura superior.
- 35) Fixar el travesser d'unió a l'estructura superior.
- 36) Fixar ambdues carcasses a l'estructura superior.
- 37) Acoblar i fixar l'estructura superior a la resta de conjunt, concretament a les columnes-guies laterals, la columna suport, la columna principal i les guies de les peses mitjançant els cargols, femelles i virolles corresponents.

2.9	Penjador	1		AISI 1045
2.8	Accessori barra-tirador	1		
2.7	Carcassa armariet	1		ABS
2.6	Femella hexagonal de seguretat	1	DIN 980-V	
2.5	Mosquetó	5		
2.4	Accessori tirador	2		
2.3	Accessori corretja	1		
2.2	Accessori corda	1		
2.1	Cargol de cap hexagonal	3	DIN 933	

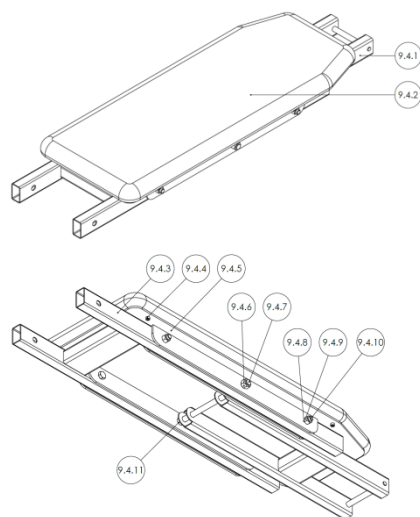


Font 142. Elaboració pròpia

Figura 142. Conjunt del armariet

- 38) Fixar el penjador a la carcassa de l'armariet.
- 39) Fixar l'armariet a la base.

9.4.11	Virola d'unió espatller-posicionador	2	DIN 179A	
9.4.10	Cargol de cap hexagonal	4	DIN 933	
9.4.9	Femella hexagonal de seguretat	4	DIN 980-V	
9.4.8	Virola	4	DIN 179A	
9.4.7	Travesser d'unió espatller-posicionador	1		AISI 1045
9.4.6	Femella hexagonal de seguretat	2	DIN 980-V	
9.4.5	Placa espatller	1		ABS
9.4.4	Cargol cilíndric buit hexagonal	4	DIN 912	
9.4.3	Estructura espatller	1		
9.4.2	Encobrint de l'espatller	1		Escuma de PU
9.4.1	Posicionador d'inclinació	1		

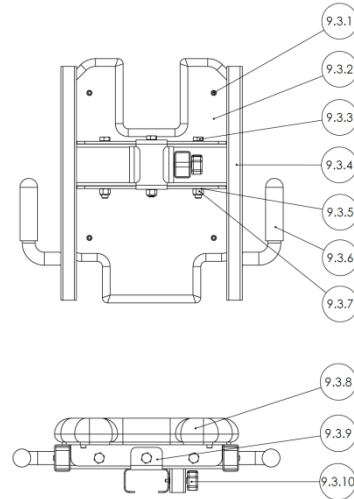


Font 143. Elaboració pròpia

Figura 143. Conjunt de l'espatller

- 40) Fixar l'encoixinat a la placa i aquesta a l'estructura de l'espatller.
- 41) Acoblar el posicionador d'inclinació a l'estructura de l'espatller mitjançant el travesser d'unió i les femelles i virolles corresponents.

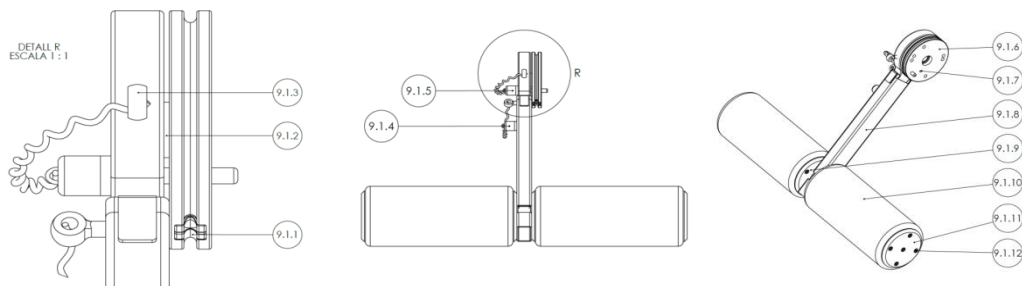
9.3.10	Selector posicionador	1		
9.3.9	Subjecció corredissa	1		Nylon
9.3.8	Encoixinat del seient	1		Nylon
9.3.7	Femella hexagonal de seguretat	3	DIN 980-V	
9.3.6	Goma de la nansa	2		Neoprè
9.3.5	Virolla	3	DIN 179A	
9.3.4	Estructura seient	1		
9.3.3	Cargol de cap hexagonal	3	DIN 933	
9.3.2	Placa seient	1		ABS
9.3.1	Cargol cilíndric buit hexagonal	4	DIN 912	



Font 144. Elaboració pròpia

Figura 144. Conjunt del seient

- 42) Fixar l'encoixinat a la placa i aquesta a l'estructura del seient.
- 43) Fixar la subjecció corredissa.
- 44) Acoblar el selector posicionador.



9.1.12	Cargol cilíndric buit hexagonal	18	DIN 912	
9.1.11	Tapa exterior cilindre	2		AlSi 1045
9.1.10	Cilindre isquios	2		Escuma de PU
9.1.9	Tapa interior cilindre	2		AlSi 1045
9.1.8	Estructura isquios	1		
9.1.7	Passador fixador cable	1		Nylon
9.1.6	Conjunt disc tirador	1		
9.1.5	Selector angle	1		
9.1.4	Selector mida	1		
9.1.3	Baga roscada	2	DIN 580	
9.1.2	Volandera plana	1	DIN 125-A	
9.1.1	Lateral fixador cable	2		Nylon

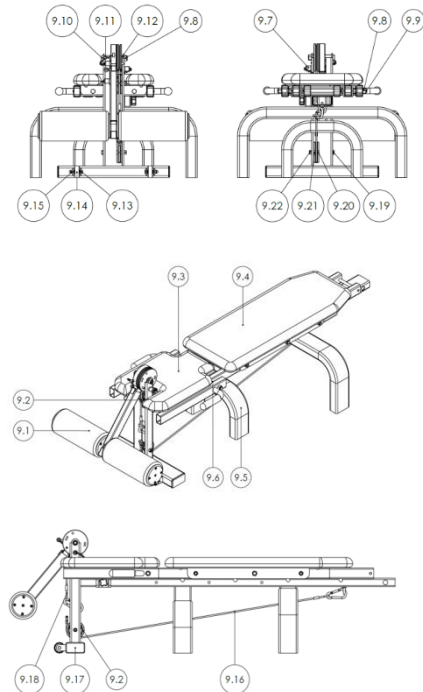
Font 145. Elaboració pròpia

Figura 145. Conjunt del conjunt dels isquios

46) Fixar els cilindres dels isquios mitjançant les tapes interiors i exteriors, i els cargols corresponents.

47) Acoblar els selectors de mida i angle.

9.22	Femella hexagonal de seguretat	2	DIN 980-V	
9.21	Virolla petita poltja	2	DIN 179A	
9.20	Virolla gran poltja	2	DIN 179A	
9.19	Cargol de cap hexagonal	2	DIN 933	
9.18	Cable isquios	1		
9.17	Tapa del tub	2		LDPE
9.16	Cable inferior	1		
9.15	Femella hexagonal de barret	2	DIN 1587	
9.14	Roda	2		Nylon
9.13	Cargol de cap hexagonal	2	DIN 933	
9.12	Virolla petita isquios	1	DIN 179A	
9.11	Virolla gran isquios	1	DIN 179A	
9.10	Cargol de cap hexagonal	1	DIN 933	
9.9	Travesser d'unió seient-espatller	1		AISI 1045
9.8	Femella hexagonal de seguretat	3	DIN 980-V	
9.7	Selector tensador	1		
9.6	Virolla d'unió seient-espatller	2	DIN 179A	
9.5	Estructura banc	1		
9.4	Conjunt espatller	1		
9.3	Conjunt seient	1		
9.2	Poltja gran	2		Nylon
9.1	Conjunt isquios	1		



Font 146. Elaboració pròpia

Figura 146. Conjunt del banc

48) Acoblar les dues politges grans a l'estructura del banc mitjançant els cargols, femelles i virolles corresponents.

49) Fixar les dues rodes a l'estructura del banc.

50) Introduir les tapes.

51) Fixar el conjunt dels isquios a l'estructura del banc mitjançant el cargol, femella i virolles corresponents.

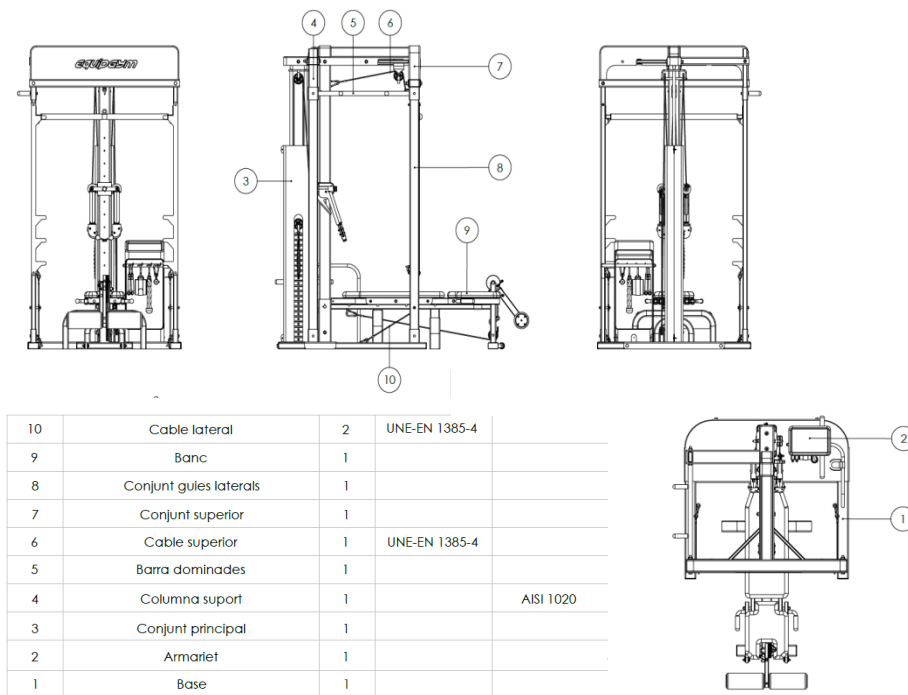
52) Acoblar el selector tensor.

53) Col·locar el cable dels isquios mitjançant el sistema fixador al disc tirador.

54) Col·locar el cable inferior.

55) Introduir el seient a l'estructura del banc per la guia superior.

56) Acoblar l'espatller al seient mitjançant el travesser d'unió i les femelles i virolles corresponents.



Font 147. Elaboració pròpia

Figura 147. Conjunt de l'EquipGym

57) Unir el banc a la columna principal mitjançant l'eix i la brida elàstica.

58) Col·locar el cable superior.

59) Col·locar els cables laterals.

6.3. Controls de qualitat a realitzar

- Control de peces fabricades:

El control de qualitat a peces en el nostre cas es realitzarà una inspecció visual al tubs tallats i una comprovació més exhaustiva a les peces mecanitzades, comprovant que les toleràncies i els acabats siguin els indicats.

- Control de muntatge:

El control de muntatge es realitzarà en el moment de muntar la maquina.

6.4. Ergonomia

En el disseny de l'**EquipGym** s'han tingut en compte aspectes de l'antropologia de l'usuari per tal de reforçar la vessant ergonòmica del producte. A partir del llibre "*Las dimensiones humanas en los espacios interiores. Estándares antropométricos*" de Julius Panero i Martin Zelnik, s'han extret les alçades mitges per a poder dimensionar els dos maniquins de referència que posteriorment s'han utilitzat com a guia per a posicionar i dissenyar tots els elements de la màquina de gimnàs.

Estatura de hombres y mujeres adultos* en pulgadas y centímetros, según edad, sexo y selección de percentil†									
	18 a 79 (Total)	18 a 24 Años	25 a 34 Años	35 a 44 Años	45 a 54 Años	55 a 64 Años	65 a 74 Años	75 a 79 Años	
	pulg. cm	pulg. cm	pulg. cm	pulg. cm	pulg. cm	pulg. cm	pulg. cm	pulg. cm	
99	HOMBRES 74.6 189,5	74.8 190,0	76.0 193,0	74.1 188,2	74.0 188,0	73.5 186,7	72.0 182,9	72.6 184,4	
	MUJERES 68.8 174,8	69.3 176,0	69.0 175,3	69.0 175,3	68.7 174,5	68.7 174,5	67.0 170,2	68.2 173,2	
95	HOMBRES 72.8 184,9	73.1 185,7	73.8 187,5	72.5 184,2	72.7 184,7	72.2 183,4	70.9 180,1	70.5 179,1	
	MUJERES 67.1 170,4	67.9 172,5	67.3 170,9	67.2 170,7	67.2 170,7	66.6 169,2	65.5 166,4	64.9 164,8	
90	HOMBRES 71.8 182,4	72.4 183,9	72.7 184,7	71.7 182,1	71.7 182,1	71.0 180,3	70.2 178,3	69.5 176,5	
	MUJERES 66.4 168,7	66.8 169,7	66.6 169,2	66.6 169,2	66.1 167,9	65.6 166,6	64.7 164,3	64.5 163,8	
80	HOMBRES 70.6 179,3	70.9 180,1	71.4 181,4	70.7 179,6	70.5 179,1	69.8 177,3	68.9 175,0	68.1 173,0	
	MUJERES 65.1 165,4	65.9 167,4	65.7 166,9	65.5 166,4	64.8 164,6	64.3 163,3	63.7 161,8	63.6 161,5	

Font 148. Llibre "*Las dimensiones humanas en los espacios interiores Estándares antropométricos*"

Figura 148. Ampliació de la taula d'alçada d'homes i dones adults

El primer maniquí, de mida superior, ha estat dimensionat seguint l'alçada mitja d'homes de totes les edats que pertanyen al percentil 95 (1.84 m). El segon, en canvi, de mida inferior, ha estat dimensionat a partir de l'alçada mitja de dones de totes les edats que pertanyen al percentil 5 (1.49 m). D'aquesta manera assurem que el disseny de la nostra màquina s'adapta al 90% de la població que podria utilitzar-la en algun moment.

6.5. Condicions Generals

- Cada canvi de exposició:
 - Control de politges
 - Control de cables
 - Control de Nylon
 - Cargols
 - Lubricació
 - Ancoratges
- Cada 6 mesos:
 - Folgances
 - Estabilitat de la màquina
 - Control de soldadures
 - Desgast de peces mecanitzades

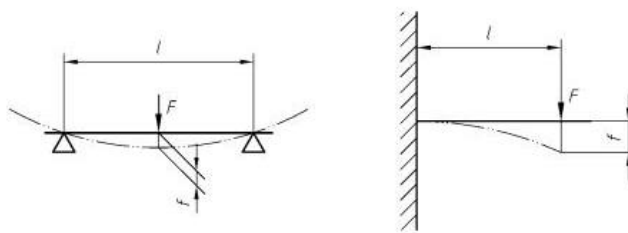
6.6. Normativa UNE i lleis que regulen els equips

6.6.1. UNE-EN 957-2 (Equips fixes per entrenament)

6.6.1.1. Objecte i camp d'aplicació

Aquesta part de la norma es aplicable a equips fixos per a entrenament de la força mitjançant elements de resistència tals com bancs de peces apilades, discs de pes, cordes elàstiques, sistemes hidràulics, neumàtics, magnètics i tensors.

6.6.1.2. Càrrega intrínseca



Font 149. Norma UNE-EN 957-2

Figura 149. Assaig de la càrrega intrínseca

Tot equip que es carregui amb la massa corporal de l'usuari, ha de suportar una força F de:

- **Classe H:** 2,5 vegades la massa corporal (100 kg) sense ruptura.
- **Classe S:** 2 vegades la massa corporal (100 kg) sense deformació permanent.

6.6.1.3. Càrrega extrínseca

L'assaig es realitza com s'especifica a l'apartat anterior, on es col·loca la càrrega determinada sobre l'equip en una posició de practica normal i un altre assaig en una posició on realitzi l'esforç màxim. Quan la superfície de suport de la càrrega estigui dividida, s'aplica la càrrega al mateix temps en proporció a la superfície total de l'àrea.

6.6.1.4. Accés a punts d'aixafament degut a peses apilades

Quan les peses apilades quedin rere l'usuari en la posició normal de l'exercici, aquestes deuen estar recobertes per tots els costats excepte per un que es permet un espai màxim de 75 mm per la selecció de les peses. A més a més, fins a una distància de 1800 mm, la coberta protectora deu quedar al menys 60 mm per sobre de la vorera superior del boc de peses en la seva posició més elevada.

6.6.1.5. Assaig del suport dels discos de pes

Aquest assaig s'aplica una força vertical en la direcció de la gravetat, en el centre de la longitud útil del suport.

Classe H:

2,5 vegades la càrrega màxima especificada, sense ruptura.

Classe S:

2 vegades la càrrega màxima especificada, sense deformació permanent y 4 vegades la càrrega màxima especificada, sense ruptura.

6.6.2. UNE-EN 957-4 (Bancs d'entrenament de força)

6.6.2.1. Objecte i camp d'aplicació

Aquesta part de la norma especifica els requisits de seguretat per a bancs fixes d'entrenament i per a suports independents de les barres de peces utilitzades per a realitzar els exercicis.

6.6.2.2. Càrrega

Les carregues per als bancs dels tipus H, I i S han de complir amb l'apartat 5.2 de la norma anterior.

6.6.3. UNE-EN 957-7 (Equips de rem)

6.6.3.1. Objecte i camp d'aplicació

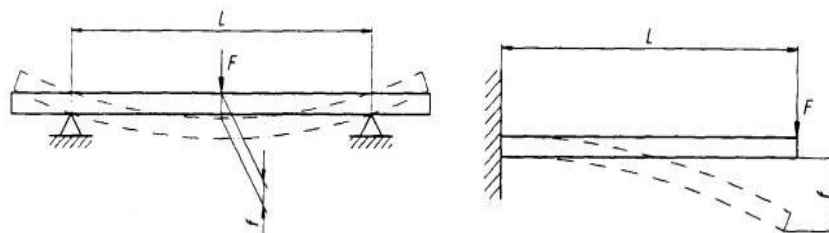
Aquesta part de la norma especifica els requisits de seguretat per a màquines de rem como a complement dels requeriments de seguretat de la Norma 597-1.

6.6.3.2. Assaig de la càrrega intrínseca

Es col·loca la màquina de rem lliurement sobre un sol pla i s'ajusta el seient en la posició mitja de l'estructura de suport.

S'aplica una força F de 250kg (classe H) i 300 kg (classe S) al seient durant 5 min.

Un cop retirada la càrrega es determinen les dimensions de referencia d'acord a la figura següent:



Font 150. Norma UNE-EN 957-7

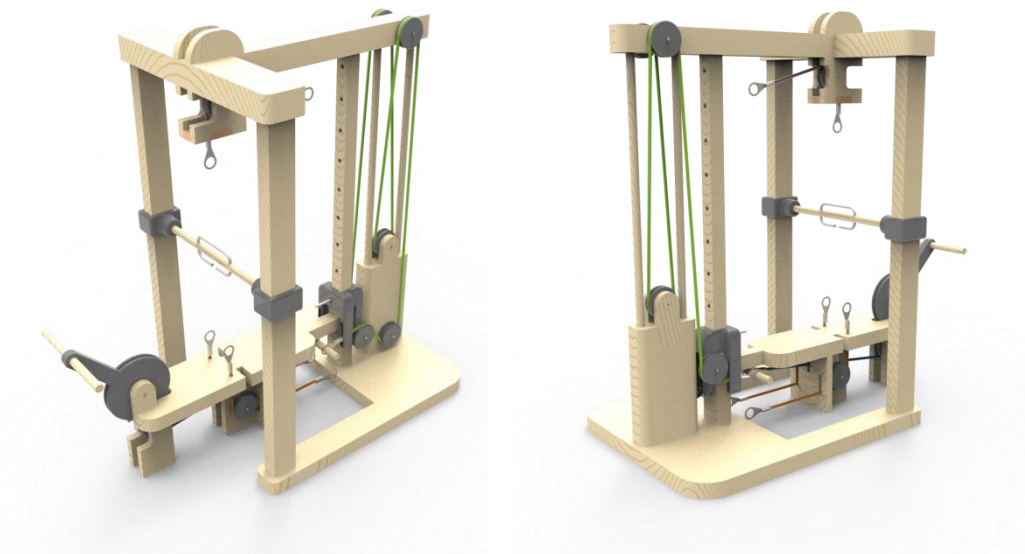
Figura 150. Assaig de deformació permanent

7. Maqueta

Un cop finalitzat el disseny del prototip de la **EquipGym** s'ha decidit fabricar una maqueta funcional d'aquesta a escala 1:10 per tal de poder representar de manera més clara i físicament el seu funcionament i la seva forma global.

Els passos que s'han dut a terme per a fabricar-la han estat els següents:

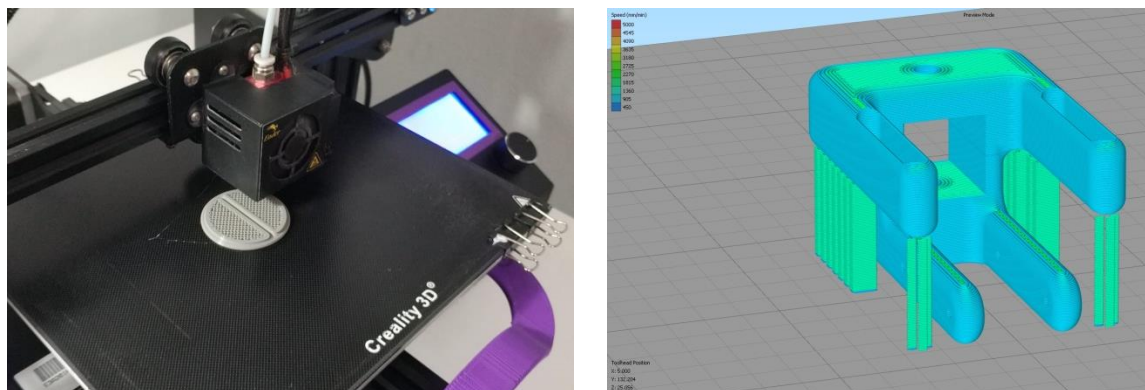
En primer lloc, s'ha realitzat un modelat 3D de les diferents peces que conformen la maqueta i el seu corresponent assemblatge per poder assegurar d'aquesta manera que les peces encaixessin.



Font 151. Elaboració pròpia

Figura 151. Renderitzats de l'assemblatge de la maqueta

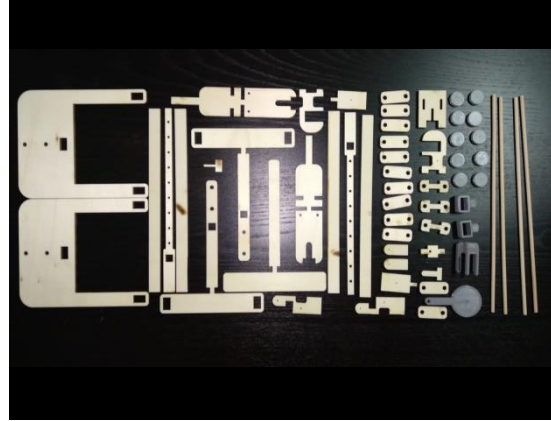
En segon lloc, part d'aquestes peces s'han transformat al format .STL per a ser impreses en ABS amb una impressora 3D. Malgrat que aquest ha estat un procés el qual ha requerit un temps considerable, les peces han resultat d'una qualitat molt alta.



Font 152. Elaboració pròpia

Figura 152. Impressora 3D en procés i visualització del progrés d'impressió de la peça

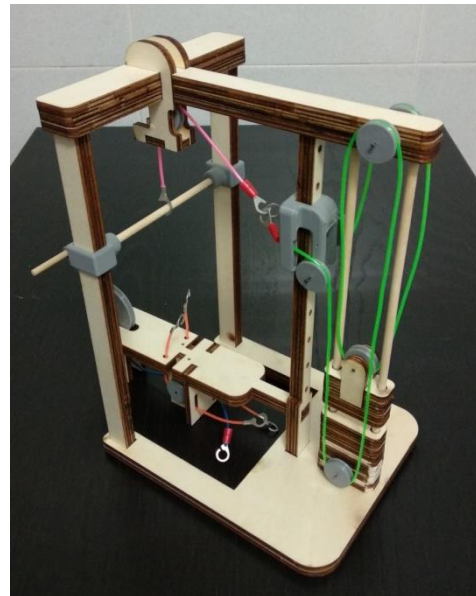
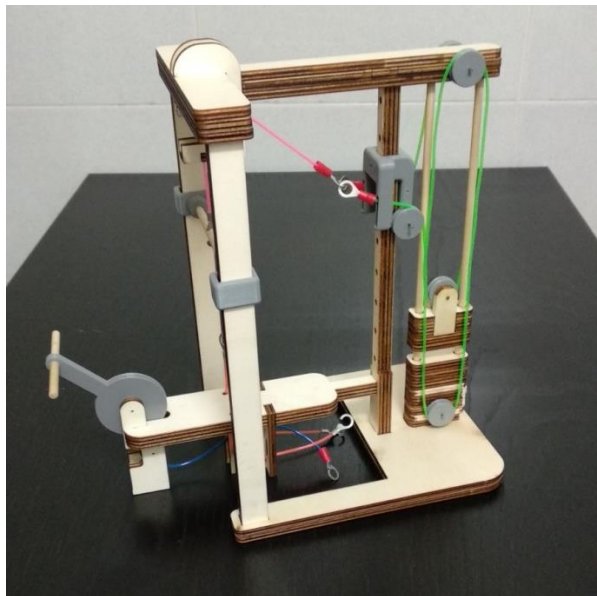
En tercer lloc, la resta de les peces s'han transformat al format .DXF per a poder ser tallades en fusta amb la talladora làser que hi ha a l'EPSEVG. Aquest ha estat un procés ràpid i amb molt bons resultats.



Font 153. Elaboració pròpia

Figura 153. Talladora làser previ funcionament i resultat de les peces obtingudes

Per últim s'ha muntat la maqueta encolant les peces de fusta, fixant les politges amb claus i col·locant els cables de plàstic fixant un connector faston a cada extrem d'aquests per utilitzar-los com ancoratges entre ells. Així doncs, aquest ha estat el resultat final.



Font 154. Elaboració pròpia

Figura 154. Maqueta final des de dos punts de vista diferents

8. Pressupost

8.1. Cost d'enginyeria

Els costos d'enginyeria són aquells que computen la suma d'hores dedicada per part dels dos enginyers en realitzar totes les tasques que necessàries per a dur a terme el disseny del producte. Assumint un salari mig de 30 €/h, a la següent taula podem observar el resum d'hores per tasca i el cost que aquestes impliquen.

Enginyeria (30 €/h per enginyer)			
Enginyer	Tasca	Hores	Total €
David	Brainstorming + esbossos	108	3.240
	Modelat 3D previ i definitiu	310	9.300
	Redacció memòria	18	540
	Plànols	64	1.920
	Pressupost	18	540
	Maqueta	25	750
	Renders	30	900
	Preparació presentació	20	600
	Reunions amb el tutor	10	300
	Total	603	18.090
Elias	Brainstorming + esbossos	108	3.240
	Modelat 3D previ i definitiu	151	4.530
	Redacció memòria	155	4.650
	Revisió plànols	6	180
	Simulacions	20	600
	Maqueta	25	750
	Preparació presentació	10	300
	Reunions amb el tutor	10	300
	Total	485	14.550
Total import d'enginyeria			32.640

Font 155. Elaboració pròpia

Figura 155. Taula resum dels costos d'enginyeria

Malgrat que com es pot comprovar, el total de l'import d'enginyeria es bastant elevat per a la realització d'un primer prototip, cal aclarir que com a cost fix, aquest es distribuirà en la primera producció i per tant passarà a ser un cost assumible.

8.2. Compra de materials

Els costos de compra de materials són tots aquells que s'imputen a les peces que es compren directament a proveïdors o que aquests fabriquen seguint els nostres requisits de disseny. A continuació es pot veure una taula que resumeix aquests costos referents a cada subconjunt que es troben més al detall a l'*Annex Pressupost Components Compres*.

Descrip:	Equipgym			Data
Refª:	0	Client:	Gimnasos	15-1-20
Compra				
Refª	Descripció	Nº Peces	Total €	
1	Base	1	179,6594	
2	Armariet	1	526,4954	
3	Conjunt principal	1	1.650,8412	
4	Columna suport	1	17,6881	
5	Barra dominades	1	32,4173	
6	Cable superior (720 mm)	1	20,9106	
7	Conjunt superior	1	592,7770	
8	Conjunt guies laterals	1	174,3532	
9	Banc	1	891,1882	
10	Cable lateral (815 mm)	2	41,8212	
Total import de compres			4.128,1515	

Font 156. Elaboració pròpia

Figura 156. Taula resum dels costos de la compra de materials

8.3. Costos de producció

Els costos de producció són aquells que deriven de les hores de muntatge que dedica cada operari. Assumint un salari mig de 10 €/h, a la següent taula podem observar el resum d'hores per tasca i el cost que aquestes impliquen.

Descrip:	Equipgym			Data
Refª:	0	Client:	Gimnasos	15-1-20
Muntatge (10 €/h per operari)				
Nº Operaris	Component a muntar	Minuts	Total €	
1	Posicionador	120	120	
2	Base	25	50	
2	Conjunt principal	25	50	
2	Conjunt guies laterals	20	40	
2	Columna suport	10	20	
2	Barra dominades	10	20	
2	Conjunt superior	25	50	
2	Cable superior (720 mm)	10	20	
2	Armariet	10	20	
2	Banc	35	70	
2	Cable lateral (815 mm)	10	20	
Total import de muntatge				360

Font 157. Elaboració pròpia

Figura 157. Taula resum dels costos de producció

9. CONCLUSIONS

Aquest projecte naixia amb la intenció clara de dissenyar un primer prototip d'un equipament de gimnàs unificat i finalment podem assegurar que aquesta primera idea ja es una realitat i s'anomena **EquipGym**.

Com a conclusions generals a nivell personal, els dos membres del grup podem destacar que aquest projecte ens ha servit per a reforçar tots els nostres coneixements adquirits al llarg d'aquests anys de grau i per assolir-ne de nous. A més a més, el fet de realitzar un *Treball de Final de Grau* d'aquestes característiques en equip ens ha fet superar tots els obstacles que se'ns presentaven pel camí de la forma més òptima i eficient tenint sempre present que el temps d'excussió era finit i que hauriem de treballar colze amb colze per assolir els nostres objectius.

D'altra banda, pel que fa a les conclusions que es troben directament relacionades amb el projecte en si, podem afirmar que feia falta una màquina d'aquesta mena al mercat, és a dir, més completa que les ja existents i amb un cost més reduït. Podem concloure també, que veient els resultats obtinguts el prototipus és de viable fabricació.

No obstant hem de posar de manifest que el global d'aquest projecte és molt més extens del que s'ha decidit desenvolupar en aquesta primera part que feia molt més incís en trobar un prototipus funcional que justifiqués futures accions. Per aquest motiu, les següents passes haurien de ser: desenvolupar informàticament l'app que es connecta amb la nostra màquina, valorar la incorporació de sensors perifèrics que es connectessin amb aquesta i redissenyar el producte a partir del feedback que es rebés dels primers usuaris i clients a fires o gimnasos per a poder començar així amb la seva comercialització.

10. AGRAÏMENTS

Ens agradaria començar aquest apartat, agraint-hi al nostre tutor Joan Josep Aliau Pons per tot el seguiment que ha dut a terme del nostre projecte, tots els consells que ens ha donat i per la seva completa predisposició a ajudar en tot moment en el que fos necessari. Des d'un primer moment que li vam presentar la nostra proposta vam tenir clar que ell era el millor tutor que podríem tenir i a mesura que avançava el projecte només veiem com es confirmaven les nostres sospites.

En segon lloc, voldríem enviar un agraïment especial a Estefanía Torrado per la seva col·laboració en la impressió 3D de les peces de la maqueta, a en Kenneth Colell perquè gràcies a ell vam poder disposar de la talladora làser de la universitat per tallar les peces de fusta, i a en Francisco Balderas, Josep Maria Crusells, Sohail Yechou i Yasin Bakkali pels seus consells i recolzament durant l'execució d'aquest projecte.

I per últim i no per això menys important, ens agradaria agrair de tot cor als nostres pares, professors i a totes aquelles persones que sempre ens han recolzat i ens han encoratjat a fer realitat els nostres somnis. Sense tots ells, no hagués estat possible arribar a aquest punt i en part tots formen part indirectament d'aquest projecte.

11. BIBLIOGRAFIA

PROGRAMES INFORMÀTICS

- SolidWorks ®
- CES Edupack ®
- KeyShot ®
- 3D Printing Cost Calculator. [Programari d'aplicació web]. [Consulta: Gener 2020]. Disponible a: <<https://www.3dprintingpro.info/3d-printing-cost-calculator/>>
- LifeHacks3D. [Programari d'aplicació web]. [Consulta: Gener 2020]. Disponible a: <<https://lifehacks3d.com/ciencia-y-tecnologia/calculadora-online-gratis-impresion-3d/>>

LLIBRES

- Julius Panero; Martin Zelnik.
La dimensión humana Tablas antropométricas; 2. Hombre y mujer adultos
Peso y dimensiones estructurales del cuerpo.
A: Julius Panero; Martin Zelnik.
Las dimensiones humanas en los espacios interiores Estándares
antropométricos. Séptima edición.
Barcelona: Editorial Gustavo Gili, S.A., 1983, p. 83-96.
ISBN: 968-387-328-4

REFERÈNCIES ELECTRÒNIQUES (LLIBRE, REVISTA O ARTICLE)

- PRIM. Fitness médico, rehabilitación activa.
<https://www.prim.es/pdf_primphysio/reha_activa.pdf> pp. 136-137
[Consulta: 25 Setembre 2019]
- MSTornilleria. Catálogo técnico. <<https://www.mstornilleria.com>>
[Consulta: Octubre – Noviembre – Diciembre 2019]
- Rodamientos FAG. Rodamientos de bolas · Rodamientos de rodillos · Soportes
· Accesorios. <<http://www.rodamientosbulnes.com/doc/es-c-fag.pdf>>
[Consulta: Octubre – Noviembre – Diciembre 2019]
- Chinchurreta. Tarifa de precios de tubería soldada de acero.
<https://www.chinchurreta.com/download/tarifa_2017.pdf>
[Consulta: Gener 2020]

PÀGINES O LLOCS WEB

- TechnoGym. [en línia]. Cesena: TechnoGym. [Consulta: 26 Setembre 2019].
Disponible a: <<https://www.technogym.com/es/products.html>>.

- Marie Claire. Aprende a reconocer (y usar) las máquinas de tu gimnasio [en línea]. [Consulta: 26 Setembre 2019]. Disponible a: <<https://www.marie-claire.es/belleza/fitness/fotos/aprende-a-usar-las-maquinas-del-gimnasio/maquina-de-remo>>.
- Proyectos Cad. Tabla de roscas métricas y medidas de broca [en línea]. [Consulta: Octubre 2019]. Disponible a: <<https://proyectoscad.com/cad/tabla-diametro-broca-para-roscas-metrica/>>.
- TECNOCURVE. Curvado de tubo: La importancia del radio de curvado [en línea]. San Pietro di Morubio: TECNOCURVE. [Consulta: 27 Novembre 2019]. Disponible a: <<https://www.tecnocurve.es/blog/2019/03/26/curvado-de-tubo-la-importancia-del-radio-de-curvado/>>.
- PlanetFitness. 7 gym Machines worth using [en línea]. [Consulta: 6 Desembre 2019]. Disponible a: <<https://www.planetfitness.com.au/7-gym-machines-worth-using/>>.
- Nick Hall body Transformations. Shoulder exercises [en línea]. [Consulta: 6 Desembre 2019]. Disponible a: <<https://www.nickhallbodytransformations.com/shoulder-exercises/>>.
- Fitprince. Front vs Rear lat pull-downs – Which is the superior exercise? [en línea]. [Consulta: 6 Desembre 2019]. Disponible a: <<https://www.fitprince.com/front-vs-rear-lat-pull-downs-superior-exercise/>>.
- Stack. The 4 Best and Worst Cable Machine [en línea]. [Consulta: 7 Desembre 2019]. Disponible a: <<https://www.stack.com/a/best-cable-machine-exercises>>.
- Body Building. Total Body Taining With Only A Barbell [en línea]. [Consulta: 7 Desembre 2019]. Disponible a: <<https://www.bodybuilding.com/content/total-body-training-with-only-a-barbell.html>>.
- UB. Materials [en línea]. [Consulta: 13 Desembre 2019]. Disponible a: <<http://www.ub.edu/cmematerials/>>.
- VampTech-Ibérica. Poliuretano [en línea]. [Consulta: 13 Desembre 2019]. Disponible a: <<http://www.vamptech-iberica.com/poliuretano.php>>.
- Cast Nylon. [en línea]. Ohio: Cast Nylon. [Consulta: 19 Desembre 2019]. Disponible a: <<https://castnylon.com/>>.
- Mecasinc. [en línea]. Alicante: Mecasinc. [Consulta: 19 Desembre 2019]. Disponible a: <<https://www.mecanizadossinc.com/>>.
- Sandvik. ¿Qué es el fresado de roscas? [en línea]. [Consulta: 19 Desembre 2019]. Disponible a: <<https://www.sandvik.coromant.com/es-es/knowledge/threading/thread-milling/pages/default.aspx>>.
- Fanuc. [en línea]. [Consulta: 19 Desembre 2019]. Japan: Fanuc. Disponible a: <<https://www.fanuc.eu/>>.

- Ferrocortes. [en línia]. [Consulta: 19 Desembre 2019]. Colombia: Ferrocortes. Disponible a: <<https://www.ferrocortes.com.co/>>.
- ISCSL. Catálogo. [en línia]. Sant Joan Despí: ISCSL. [Consulta: Gener 2020]. Disponible a: <<https://www.iscsl.es/>>.
- PortelaHermanos. [en línia]. Gijón: PortelaHermanos. [Consulta: Gener 2020]. Disponible a: <<https://portelahermanos.com/>>.
- RationalStock. [en línia]. [Consulta: Gener 2020]. Disponible a: <<https://www.rationalstock.es/>>.
- Gardette SA. [en línia]. Barcelona: Gardette Iberica. [Consulta: Gener 2020]. Disponible a: <<http://www.gardette.es/>>.
- Entaban. [en línia]. Zaragoza: Entaban. [Consulta: Gener 2020]. Disponible a: <<https://entaban.es/>>.
- IncaFe. [en línia]. Barcelona: IncaFe. [Consulta: Gener 2020]. Disponible a: <<https://www.incafe2000.com/>>.
- R. Andrade. [en línia]. Pontevedra: R. Andrade. [Consulta: Gener 2020]. Disponible a: <<https://www.randrade.com/>>.
- ManoMano. [en línia]. [Consulta: Gener 2020]. Disponible a: <<https://www.manomano.es/>>.
- Aliexpress. [en línia]. [Consulta: Gener 2020]. Disponible a: <<https://es.aliexpress.com/>>.
- IQParts. [en línia]. Harsweg, Nederland: IQParts. [Consulta: Gener 2020]. Disponible a: <<https://www.iq-parts-shop.com/en/>>.
- 3DPrinting. Large Scale 3D Printers Big Enough to Print Furniture [en línia]. [Consulta: Gener 2020]. Disponible a: <<https://3dprinting.com/3dprinters/best-large-scale-fdm-fff-3d-printers-big-enough-to-3d-print-furniture/>>.
- MDSoluciones. [en línia]. Barcelona: MDSoluciones. [Consulta: Gener 2020]. Disponible a: <<https://repuestosfitness.com/es/>>.
- Adajusa. [en línia]. Madrid: Adajusa. [Consulta: Gener 2020]. Disponible a: <<https://adajusa.es/>>.
- Tornillería Malagueña S.C.A. [en línia]. Málaga: Tornillería Malagueña S.C.A. [Consulta: Gener 2020]. Disponible a: <<https://www.tornilleriamalaguena.com/tienda/>>.
- Servei Estació. [en línia]. Barcelona: Servei Estació. [Consulta: Gener 2020]. Disponible a: <<https://serveiestacio.com/es/>>.
- Caujolle. [en línia]. Toulouse: Caujolle. [Consulta: Gener 2020]. Disponible a: <<https://caujolle-ruedas.es/>>.

NORMES

- Asociación Española de Normalización y Certificación. UNE-EN 957-2: Equipos fijos para entrenamiento. Parte 2: Equipos para entrenamiento de la fuerza; requisitos técnicos específicos de seguridad y métodos de ensayo adicionales. Madrid: AENOR, septiembre 2003.
- Asociación Española de Normalización y Certificación. UNE-EN 957-4: Equipos fijos para entrenamiento. Parte 4: Bancos para entrenamiento de la fuerza; requisitos técnicos específicos de seguridad y métodos de ensayo adicionales. Madrid: AENOR, septiembre 2010.
- Asociación Española de Normalización y Certificación. UNE-EN 957-7: Equipos fijos para entrenamiento. Parte 7: Maquinas de remo; requisitos técnicos específicos de seguridad y métodos de ensayo adicionales. Madrid: AENOR, enero 1999.